

経済産業省

平成26年度補正予算地域企業人材共同育成事業

(杉並区・練馬区等東京西部地域立地アニメ企業の

デジタル作画人材共同育成事業)

成果報告書

-アニメーション デジタル作画導入のためのマニュアル-

平成28年2月

目 次

第Ⅰ章 事業概要	1
1. 事業の目的・目標	1
2. 事業内容・実施方法	2
2.1 コンソーシアムの設立	2
2.2 OFF-JT研修の実施	3
2.2.1 事例発表	3
2.2.2 成果発表	3
2.3 デジタル作画人材育成（出向）研修の実施	4
2.4 アニメーションのデジタル作画人材育成のための共同制作実務（OJT）研修の実施	5
2.4.1 デジタル作画人材育成評価のための共同制作実務（OJT）研修 指導内容	5
2.5 デジタル作画研修における使用機材の説明（参考事例）	11
2.6 デジタル作画挿入にあたっての設定（参考事例）	12
2.6.1 研修時のショートカットデバイス・キーボードの設定	12
2.6.2 デジタル作画研修での設定	15
2.6.3 デジタル作画作業に入る前に必要なこと	18
2.6.4 デジタル作画作業の終了後	23
第Ⅱ章 アニメーションデジタル作画導入のためのマニュアル	24
はじめに	24
1. 基礎的な情報リテラシー	25
1.1 情報漏えいに対する基本的な考え	25
1.2 ウィルス対策	25
1.3 アカウントの保全	27
1.4 通常のコンピュータ、ネットワーク利用と映像制作業務との違い	27
2. デジタル作画導入のための基礎技術	28

2.1	データとファイル、フォルダ	28
2.1.1	概念	28
2.1.2	ファイルやフォルダの運用	29
2.2	静止画像ファイル	30
2.2.1	静止画像に関する知識	30
2.2.2	代表的静止画像ファイルフォーマット	31
2.2.3	連番ファイル	32
2.3	動画ファイルフォーマット	33
2.3.1	動画ファイルの知識	33
2.3.2	よく利用される動画フォーマット	33
2.3.3	よく利用されるコーデック	34
2.4	解像度と画像サイズ（ピクセルサイズ）	35
2.5	データ量	37
2.5.1	データの単位	37
2.5.2	静止画像ファイルのデータサイズ	39
2.5.3	動画ファイルのデータサイズ	40
2.5.4	データサイズの目安	41
2.6	データの互換性	41
2.7	ネットワークを使ったデータの受け渡し	42
2.8	データの取り扱いに関わる FAQ	44
3.	デジタル作画環境の整備	45
3.1	コンピュータと周辺機器の選定	45
3.1.1	オペレーティングシステム (OS) の選定	45
3.1.2	本事業の研修で使用了 PC のスペック	46
3.1.3	コンピュータ導入の際に検討すべきスペック	47
3.1.4	周辺機器の選択	48
3.2	ソフトウェア	49
3.2.1	デジタル作画ソフトウェア	49
3.2.2	デジタル作画ソフトウェア選択の基準	50
3.3	制作を下支えする機材や環境の整備	52
3.3.1	周辺機器	52
3.3.2	データ保存のための装置	53

3.3.3	ネットワーク	57
3.3.4	受け渡しメディア	60
3.4	セキュリティ	63
3.4.1	セキュリティの必要性	63
3.4.2	ネットワークセキュリティ対策	63
3.4.3	オンサイトセキュリティ対策	64
3.4.4	盗難やメディア紛失への対策	65
3.4.5	人的ミスや不正行為への対策	66
3.4.6	トラブル時の対処	66
3.4.7	セキュリティと利便性のバランス	67
3.5	その他の整備	69
3.5.1	電源対策	69
3.5.2	什器	70
4.	デジタル作画環境の維持	71
4.1	制作環境のための体制づくり	71
4.1.1	デジタル作画環境の整備を誰がやるか	71
4.1.2	環境整備に関わる業務の例	73
5.	将来の課題	74
5.1	人材育成	74
5.1.1	研修後の習熟期間の環境維持	74
5.1.2	関連スタッフへのデジタル教育	74
5.2	デジタル作画によるワークフローの拡張	75
5.2.1	デジタル作画の適用範囲の拡大	75
5.2.2	紙での作画との混在	75
5.3	デジタル作画ソフトウェアの課題	76
5.3.1	ソフトウェアの互換性対策	76
5.3.2	ソフトウェアのマニュアルの拡充	76
5.3.3	ソフトウェアの拡張	76
5.4	企業間の連携	77
5.4.1	管理システムの開発と連携	77
5.4.2	より魅力的な作品作りのために	77
	参考文献	78

第 I 章 事業概要

1. 事業の目的・目標

アニメ産業は、日本のコンテンツ産業分野の中で、海外展開でのライセンス収入、日本国内での他産業への波及効果がともに筆頭分野であり、我が国の「成長戦略」、「クールジャパン戦略」の重要分野の一つです。

しかしながら、アニメ制作の作画工程において、世界的にフルデジタル化がほぼ実現している中、日本においては未だ手描きでの作業が中心となっており、デジタル化が立ち遅れているというのが現状です。また、デジタル作画に移行しようとしても、作画工程の担い手であるアニメーターの就業形態は社員雇用、契約社員など様々であり、個々でのキャリアアップは難しい状況にあります。

日本のアニメ産業の国際競争力強化のためには、作画工程のデジタル化を推進するとともに、アニメ制作企業など全体が共有できる人材の育成、職種・工程の見直し、共同制作体制の確立が必要となっています。

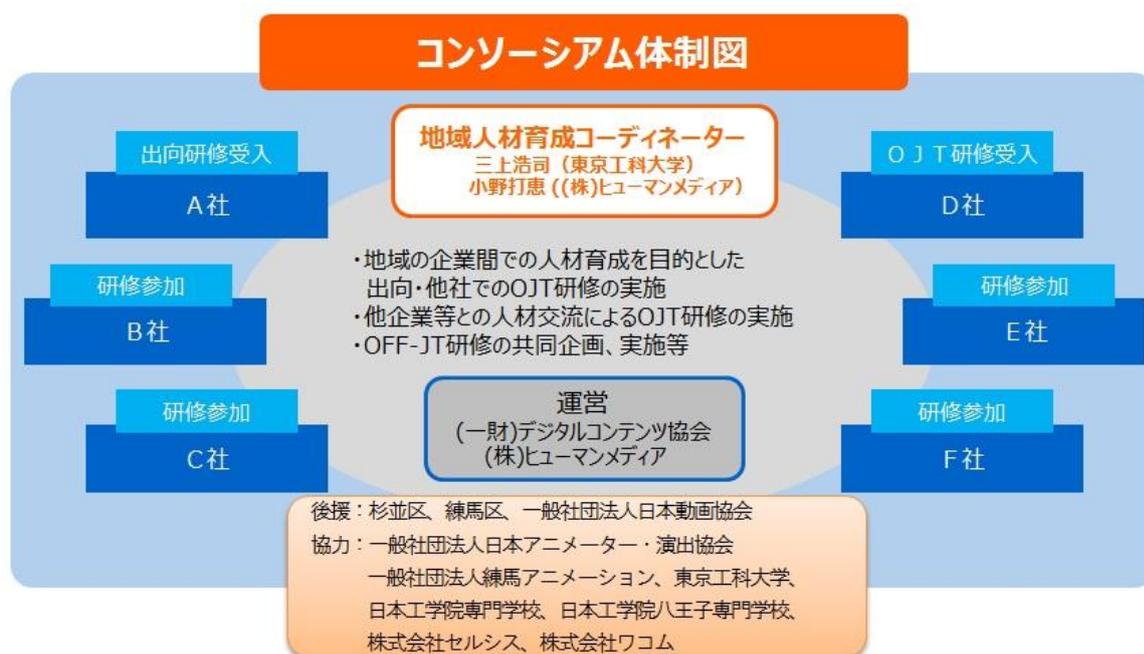
上記に鑑み、本事業は、日本のアニメ産業の国際的競争力を強化することを目的として、アニメ制作企業間の共同制作体制を構築するための「アニメーション・デジタル作画人材共同育成コンソーシアム」を設立するとともに、OJT研修や共同研修を実施することにより作画工程の中核的存在であるアニメーターの人材育成の推進を目標に実施いたしました。

※本事業は、経済産業省平成26年度補正予算地域企業人材共同育成事業（杉並区・練馬区等東京西部地域立地アニメ企業のデジタル作画人材共同育成事業として実施したものです。

2. 事業内容・実施方法

アニメ制作企業間の共同制作体制を構築するためのコンソーシアムを設立し、アニメ産業における中核人材であるアニメーターの作画作業を、手描きからデジタル作画へ転換し、それによる職種・工程の見直し、制作体制の再構築に対応する人材育成を行うための事業を実施いたしました。

2.1 コンソーシアムの設立



アニメーション・デジタル作画人材共同育成コンソーシアム構成企業一覧》

- | | |
|--------------------|------------------|
| 株式会社旭プロダクション | 株式会社スタジオ雲雀 |
| 株式会社 A-1 Pictures | 株式会社チップチューン |
| 株式会社ウルトラスーパーピクチャーズ | 株式会社動画工房 |
| 株式会社グラフィニカ | 株式会社プロダクション・アイジー |
| 株式会社ゴンゾ | 株式会社ミルパンセ |
| 株式会社 J&K コーポレーション | 株式会社ラピス |
| 株式会社ジェー・シー・スタッフ | 株式会社ランドック・スタジオ |
| 株式会社シグナル・エムディ | 有限会社ゼクシズ |
| 株式会社スタジオ4℃ | 有限会社フィール |

2.2 OFF-JT研修の実施

2.2.1 事例発表

アニメ制作の現状、人材育成に関わる課題を整理するとともに、先進事例やデジタル作画の導入事例の発表をおこないました。

(1) 日時：平成27年6月27日(土) 13:00-15:00

(2) 会場：日本工学院専門学校 蒲田キャンパス

(3) プログラム：

- ・基調講演「国内外におけるアニメ制作の現状及び人材育成に関わる課題」
三上浩司 東京工科大学メディア学部 准教授 (地域人材育成コーディネーター)
- ・先進事例発表「パイプラインでのアニメ制作先進事例」
片瀬満則 株式会社ポリゴン・ピクチュアズ 造形監督
- ・事例発表-1「2Dアニメのデジタル制作化事例発表」
濱 雄紀 株式会社旭プロダクション 技術部
- ・事例発表-2「作画スタジオのデジタル転換について」
櫻井 司 株式会社グラフィニカ
- ・「アニメーション・デジタル作画人材共同育成コンソーシアムの内容及び今後の活動」
小野打恵 株式会社ヒューマンメディア 代表取締役
(地域人材育成コーディネーター)

2.2.2 成果発表

デジタル作画を導入した制作事例とデジタル作画実施成果を指導者、受講者、受講者所属企業から発表しました。また、研修内容の経過を検討し、デジタル作画への転換手法について発表をいたしました。

(1) 日時：平成28年1月23日(土) 14:30-16:30

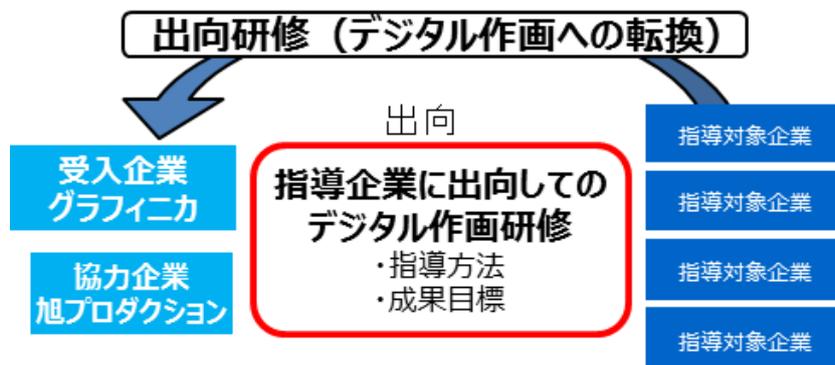
(2) 会場：日本工学院専門学校 蒲田キャンパス

(3) プログラム：

- ・制作事例発表「TVアニメシリーズにおけるデジタル作画導入・『進撃！巨人中学校(制作元請 Production I.G)の制作事例」
安藤圭一 株式会社グラフィニカ デジタル作画部
櫻井 司 株式会社グラフィニカ デジタル作画コーディネーター
- ・研修成果発表「アニメーション・デジタル作画人材育成研修の実施内容と受講成果」
OJT 研修指導者：安藤圭一 株式会社グラフィニカ デジタル作画部
櫻井 司 株式会社グラフィニカ デジタル作画コーディネーター
安川リベカ 株式会社グラフィニカ アニメーター/動画チーフ
OJT 研修出向企業：白石直子 株式会社ミルパンセ 代表取締役
嶋田 航 株式会社ミルパンセ アニメーター
- ・今後の展開「デジタル作画転換の研修手法の確立に向けて」
三上浩司 東京工科大学メディア学部 准教授
(地域人材育成コーディネーター)

2.3 デジタル作画人材育成（出向）研修の実施 （実施期間：3週間）

受入企業：株式会社グラフィニカ
指導協力：株式会社旭プロダクション



（1）指導内容

■基礎技術指導（5日間＝1週間）

・準備工程

PC・ショートカット・STYLOSの初期設定、フォルダでのデータ管理方法、STYLOS基本操作を指導します。

・作画工程

工程① クリナップ作業

研修用原画をスキャナーで取り込み、STYLOS上でクリナップ作業をおこないます。

工程② 中割り

クリナップをした原画を元に、中間の動画をSTYLOS上で作画します。

工程③ 線合成

作画作業をする中で生まれたレイヤーを、合成の動かない部分（親レイヤー）と動く部分（子レイヤー）に分けて、同レイヤー内のデータを継ぎ目なく合成します。

工程④ 動画検査による確認

STYLOSデータ（dga）にて完成データを提出。研修指導者がSTYLOS上で打ち込んだタイムシートを利用して、プレビューによる動画検査を行って、承認が得られれば次の工程に進みます。

工程⑤ 仕上げ作業

STYLOS上で動画データを2値化して書き出し（tga）、PaintManでデータを読み込みます。色指定をもとにPaintManで仕上げ作業をおこないます。

工程⑥ セル検査

PaintManデータ（tga）にて完成データを提出。研修指導者がPaintMan上で動画検査を行って、承認が得られれば納品となります。

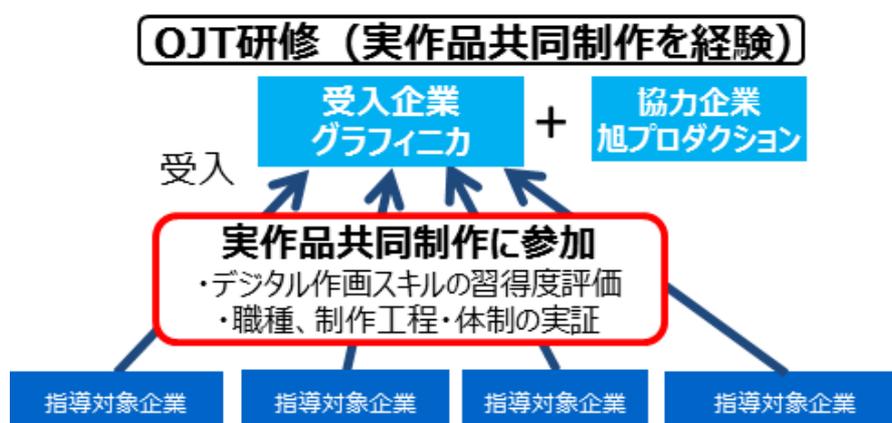
■デジタル作画スピード向上研修（10日間＝2週間）

研修期間中、受講者は上記の研修作業を繰り返し行い、デジタル作画に慣れることで作画スピードの向上を目指します。

2.4 アニメーションのデジタル作画人材育成のための共同制作実務（OJT）研修の実施

（実施期間：3週間）

受入企業：株式会社グラフィニカ



2.4.1 デジタル作画人材育成評価のための共同制作実務（OJT）研修 指導内容

（1）自主トレーニング

8月～9月の出向研修終了後、研修受講者は、自社内でデジタルでの作画・仕上げ工程を、自主トレーニングにておこないました。

（2）OJT 研修指導内容（3週間）

受入企業の受注作品から「動画・仕上げ」工程を受講者に実業として発注し、期間中の納品枚数の測定をすることで、本研修の育成成果評価をおこないました。

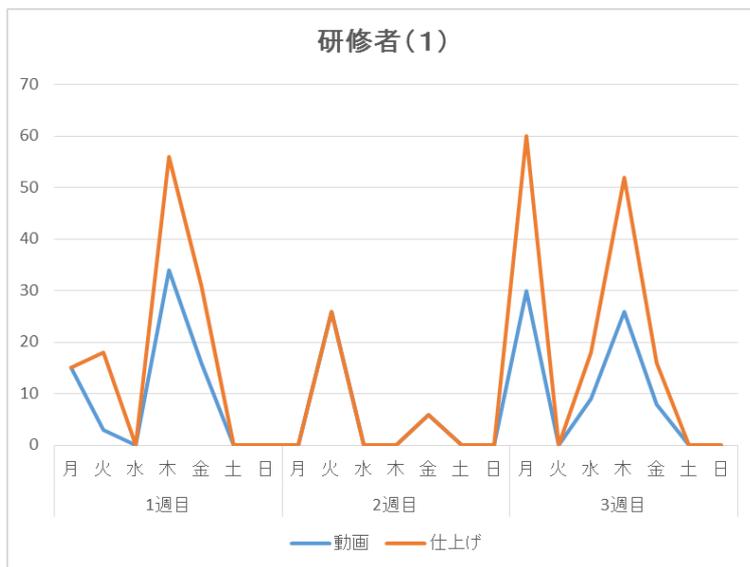
（3）OJT 研修期間の作業枚数の推移

OJT 研修3週間における研修者ごとの動画・仕上げ工程の納品枚数を記録しました。平均は総作業数÷実作業日数で算出しています。

なお、OJT 研修の実施に当たり、一部研修者は、デジタル作画技能が身につけておらず、基礎的な技能習得を再度確認しながらOJT研修に望むことになりました。このため、採用された枚数が少ない、あるいは、ない期間が生じました。

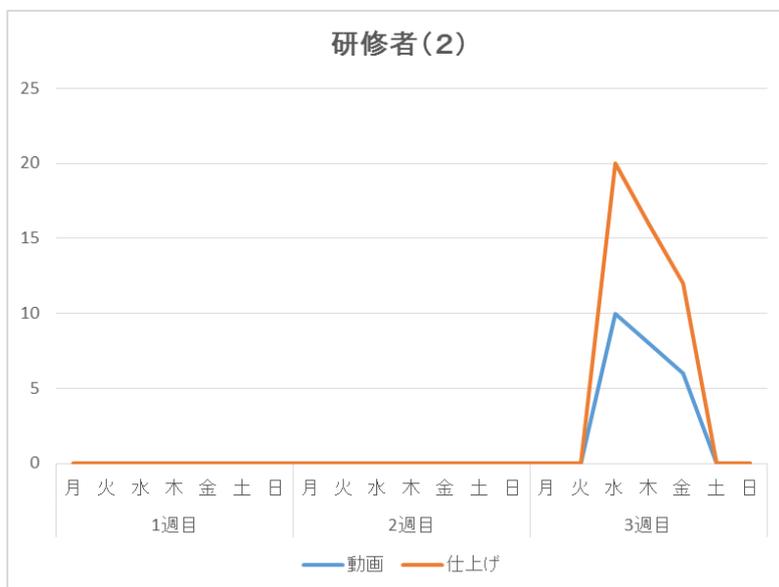
研修者（1）

		動画	仕上げ
1 週目	月	15	15
	火	3	
	水	34	22
	木		
	金	16	15
	土		
	日		
2 週目	月	26	0
	火		0
	水	6	0
	木		0
	金		0
	土		0
	日		
3 週目	月	30	30
	火	9	9
	水		
	木	26	26
	金	8	8
	土		
日			
合計		173	125
平均/日		17.3	17.8



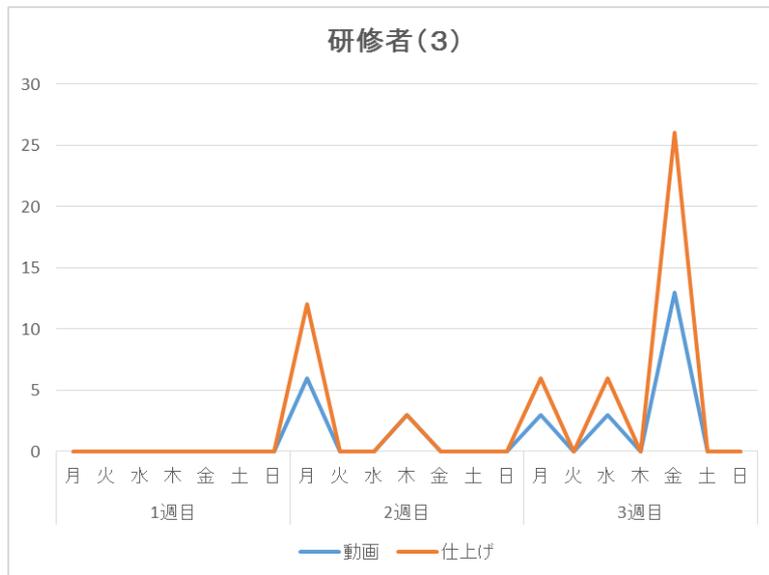
研修者（2）

		動画	仕上げ		
1 週目	月	0	0		
	火				
	水				
	木				
	金				
	土				
	日				
2 週目	月	10	10		
	火				
	水				
	木				
	金				
	土				
	日				
3 週目	月	0	0		
	火				
	水				
	木			8	8
	金			6	6
	土				
日					
合計		24	24		
平均/日		8	8		



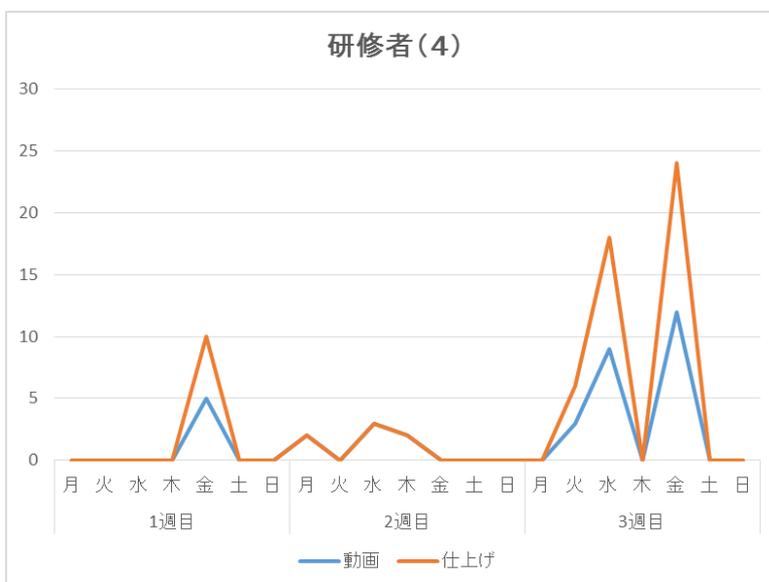
研修者（3）

		動画	仕上げ		
1 週目	月	6	6		
	火				
	水				
	木				
	金				
2 週目	土	3	3		
	日				
	月			3	0
	火				0
	水				0
3 週目	木	13	13		
	金				
	土				
	日				
	月			3	3
合計		28	25		
平均/日		5.6	6.2		



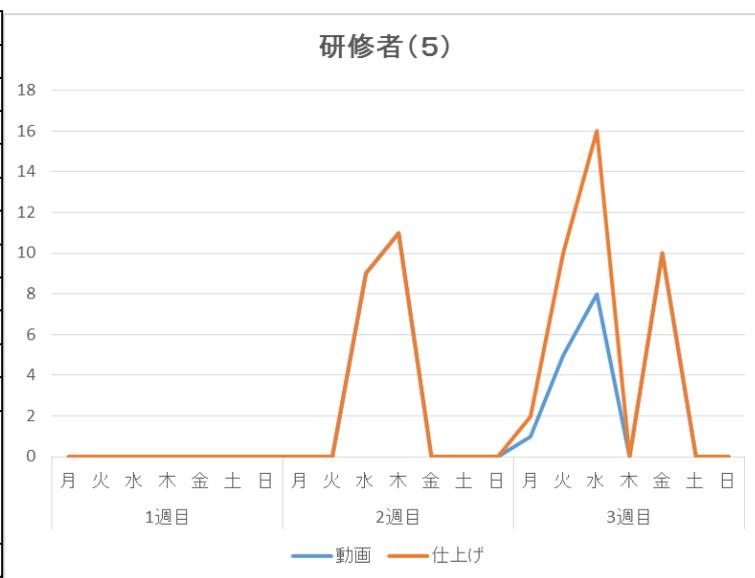
研修者（4）

		動画	仕上げ		
1 週目	月	5	5		
	火				
	水				
	木				
	金				
2 週目	土	3	3		
	日				
	月			2	0
	火			3	0
	水			0	0
3 週目	木	12	12		
	金				
	土			9	9
	日				
	月				
合計		36	29		
平均/日		5	7.2		



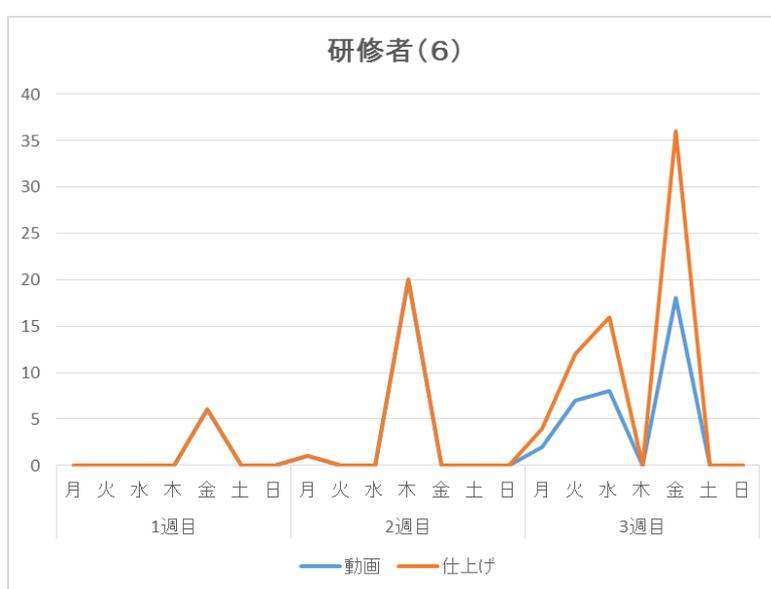
研修者（5）

		動画	仕上げ	
1 週目	月	9	0	
	火		0	
	水		0	
	木		0	
	金		0	
	土		0	
	日		0	
2 週目	月	11	0	
	火		0	
	水		0	
	木	1	0	
	金		1	0
	土			1
	日			0
3 週目	月	5		5
	火		5	
	水	8	8	
	木		8	
	金	10	0	
	土		0	
	日		0	
合計		58	14	
平均/日		6.4	4.6	



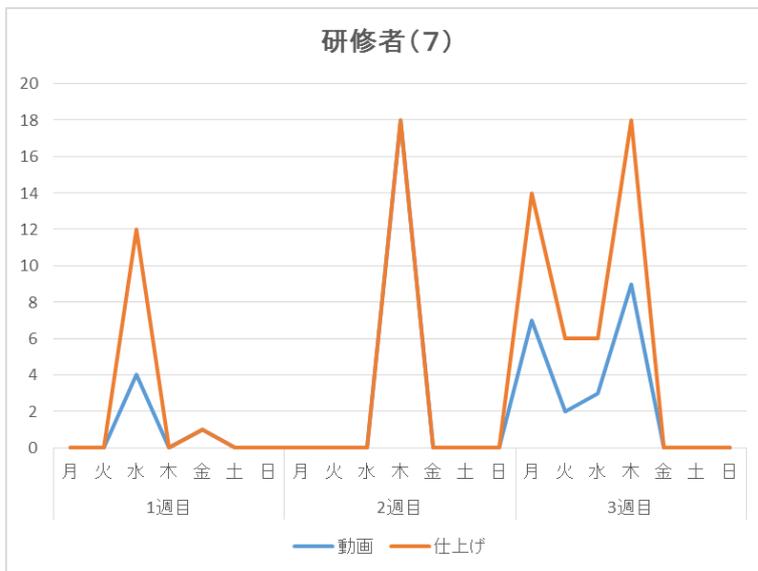
研修者（6）

		動画	仕上げ	
1 週目	月	6	0	
	火		0	
	水		0	
	木		0	
	金		0	
	土		0	
	日		0	
2 週目	月	1	0	
	火		20	0
	水			0
	木	0		
	金	0	0	
	土		0	0
	日			0
日	0			
3 週目	月	2		2
	火		5	
	水	8	8	
	木		8	
	金	18	18	
	土		18	
	日		18	
合計		62	33	
平均/日		8.8	8.2	



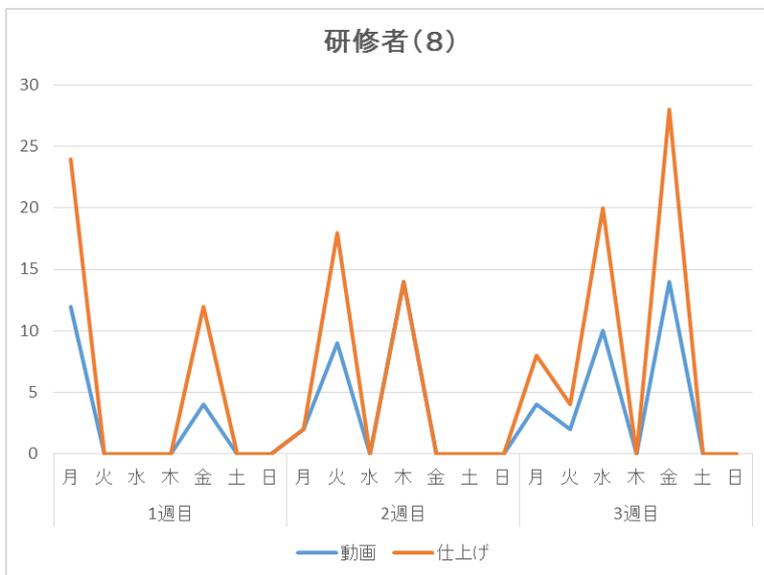
研修者（7）

		動画	仕上げ
1 週目	月	4	8
	火		
	水		
	木		
	金	1	0
	土		
	日		
2 週目	月	18	0
	火		0
	水		0
	木		0
	金		0
	土		0
	日		0
3 週目	月	7	7
	火	2	4
	水	3	3
	木	9	9
	金		
	土		
	日		
合計		44	31
平均/日		6.2	6.2



研修者（8）

		動画	仕上げ
1 週目	月	12	12
	火	4	8
	水		
	木		
	金		
	土	0	0
	日		
日			
2 週目	月	2	0
	火	9	9
	水	14	0
	木		
	金		
	土	4	4
	日		
日			
3 週目	月	2	2
	火	10	10
	水	14	14
	木		
	金		
	土		
	日		
合計		71	59
平均/日		7.8	8.4



(4) OJT 研修成果分析

研修者(1)は出向研修終了後、自社に帰任してから OJT 研修までの間、十分な自己訓練を行いました。結果、研修者(1)は OJT 研修の作画枚数の記録において、大幅に他研修者のスコアを上回り、アニメーターとしても十分な収益が得られる作画スピードを身に着けることができました。

対して、研修者(2)～(8)は、出向研修が終了して自社に帰還した後、社内での制作業務にあたった際、従来の紙での作画業務、または紙とデジタルが混在した作画業務を行っていました。そのため、出向研修時に比べてデジタル作画での作画時間が大幅に減少して、デジタル作画技能が大幅に衰える結果となりました。このため、デジタル作画技能が身につけておらず、基礎的な技能習得を再度確認しながら OJT 研修に望んだため、採用された枚数が少ない期間あるいは枚数がない期間が生じた研修者がいました。

また、OJT 研修終了後のヒアリング回答によると、研修者自身も3週間の研修では基礎技能の習得は可能だが実務レベルのデジタル作画での作業スピードを獲得することは困難であるとの回答が多々得られており、3週間の研修終了後にどれだけの反復的なデジタル作画時間を確保できるかがデジタル作画のスピードを向上させることに重要であるかが判明しました。今後のアニメ制作スタジオのデジタル化移行では、デジタル作画研修終了後、すぐにデジタル作画で仕事を受注できる体制が整っていることが望ましいと考えられます。

(5) デジタル作画人材育成(出向) 研修受講者の声

- ・研修期間中に紙と同等の上り枚数になりました。鉛筆を削る・汚れた紙をきれいにするなどの作画以外での雑務が減少するので、まだスピードは上がると思います。
- ・まったくパソコンを触ったことがなかったので、まずパソコンでの操作に慣れるまでに時間がかかりました。研修中に紙と同じ上がり枚数に近づいてきたので、伸び代を考えると紙よりは早くなると思いました。
- ・作画指導の立場として研修を受講したが、自分は明らかに紙で作画をした方が早いです。おそらく、新人で紙で枚数が描けないうちはデジタルで作画した方が枚数を上げられます。
- ・自分は現状では紙よりスピードが出ません。ただし、線は明らかに紙よりもきれいになり、動きの確認も紙よりもしやすいので、上りの質はよくなったと感じています。
- ・最初はショートカットを覚えることがとても大変でした。3週間の研修期間で、感覚的に操作できるところまで身に付く。デジタル作画の研修には、最低でも1週間は必要で、それ以降、研修期間に応じてスピードが上がっていきます。
- ・筆圧調整をしなくてよいため右手が疲れにくい。そのため、長時間作画に取り組むことが出来るようになって、動画の上り枚数が向上しました。ただし、紙での作画の時にはほとんど使っていなかった左手はショートカットキーに多用されるため疲れます。
- ・誰でもきれいな線が引けるようになるので、紙で描いていたときに動画の線がガタガタになってしまうことがあるという問題が解消されました。しかしながら、紙で動画を描いていたときはヒントになっていた原画のニュアンスが分かりにくくなってしまっているので、原画の意図を理解する方法を考えないといけないと感じています。
- ・デジタルではどこまでも拡大をすることができるので、どこまで修正を加えていいのかが判

断できない。紙に慣れすぎて画面上の見方にどうしても慣れない気がします。
ただし、デジタルでの動画は均一な線が上がってくるのでとても見やすく、動画検査の仕事は楽になると思います。

- ・紙での作画に比べて大きく違うのが「戻る」機能の快適さ。どこまでも直してしまえるので、一回で良い動きを作るのではなく、何回か手直しをしていい動きを作るという意識が変わって、一度でいい線を引くという意識が減っているかもしれません。
- ・仕上げ工程にも取り組んだので、自分の後工程の作業理解が進み、動画検査の視点も理解できるようになりました。
- ・スキャン作業が何気に大変で、スキャナーの解像度や線の濃さについて考えて、自分で設定することが必要。作画に入るまでの準備時間は長くなっています。

2.5 デジタル作画研修における使用機材の説明（参考事例）

デジタル作画研修 使用機材セット

- ・デスクトップ PC
DELL-OptiPlex3020
CPU : Core I5-4590 (クワッド コア, 3.30GHz)
メモリ : 4GB (4GBx1) 1600MHz DDR3 非-ECC
OS : Windows8.1
モニタ : DELL Professional P2214H 21.5 インチワイドモニタ LEDバックライト採用
- ・作画用ショートカット登録キーボード
LOGICCOOL G13r
- ・作画用タブレット
Wacom-Intuos Pro Medium
- ・デジタル作画ソフト/仕上げソフト
Celsys-STYLOS (RETAS STUDIO 内に同梱)
Celsys- PaintMan (RETAS STUDIO 内に同梱)



2.6 デジタル作画挿入にあたっての設定（参考事例）

2.6.1 研修時のショートカットデバイス・キーボードの設定

(1) 例－1

ショートカットはあくまで一例であり、慣れてきたら各自が使いやすいように調整してください。

【登録例 LOGICOOL G13】



【登録例 tartarus】



2.6.1 研修時のショートカットデバイス・キーボードの設定

(2) 例-2

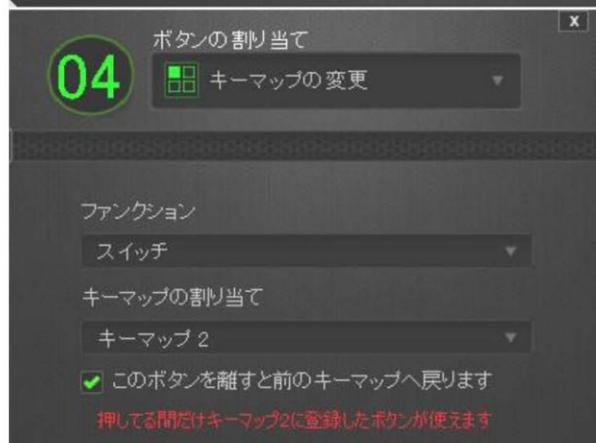
ショートカットはあくまで一例であり、慣れてきたら各自が使いやすいように調整してください。



2.6.1 研修時のショートカットデバイス・キーボードの設定

(3) 例-3

ショートカットはあくまで一例であり、慣れてきたら各自が使いやすいように調整してください。



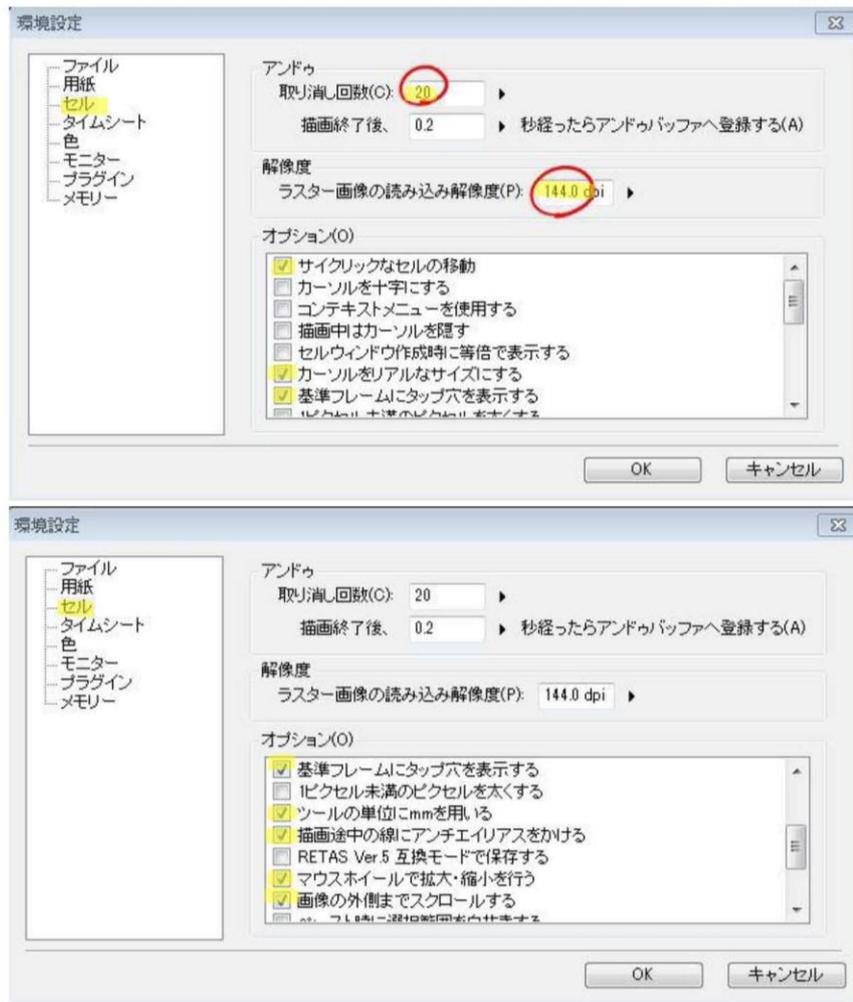
2.6.2 デジタル作画研修での設定

(1) 研修時の STYLOS の設定－1

動画を描くために必要な設定を記載しています。
STYLOS の初回起動時に設定してください。

① -2 STYLOS 環境設定

ツールバー⇒編集⇒環境設定を開いて、下記の設定にしたがってチェック項目を登録します

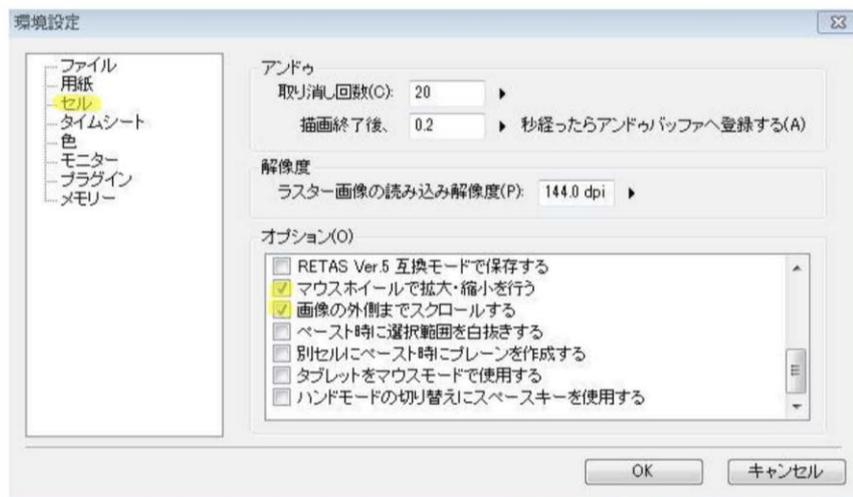


2.6.2 デジタル作画研修での設定

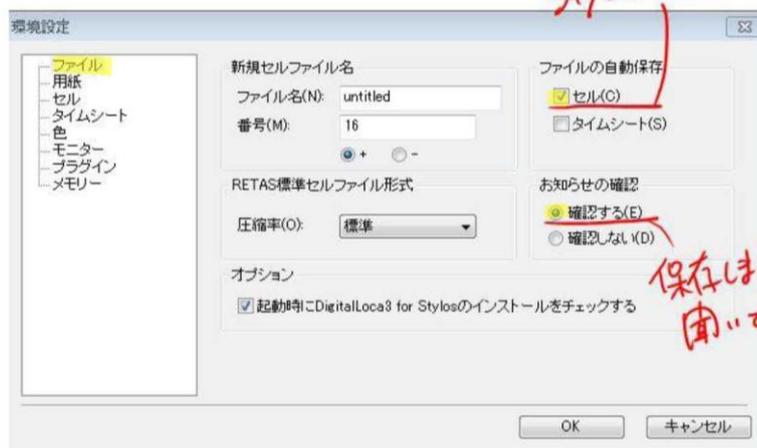
(1) 研修時の STYLOS の設定 - 2

動画を描くために必要な設定を記載しています。

STYLOS の初回起動時に設定してください。



これないと
Stylosが急に
おちたとき
こまる

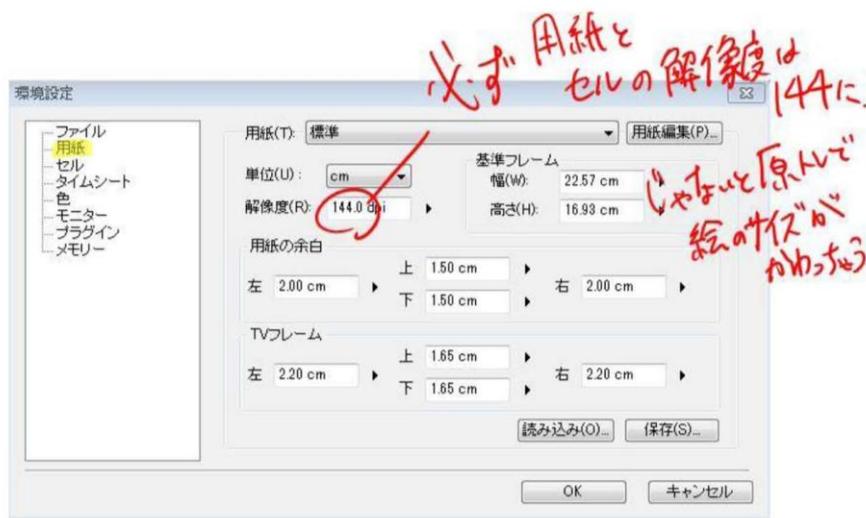


保存はする?
困る

2.6.2 デジタル作画研修での設定

(1) 研修時の STYLOS の設定－3

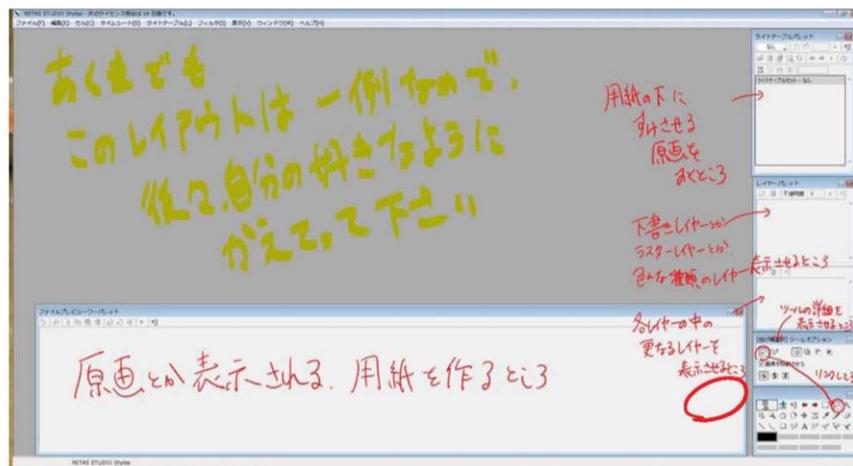
動画を描くために必要な設定を記載しています。
STYLOS の初回起動時に設定してください。



※解像度について

Stylusでの動画作業において、仕上げ注意事項の解像度を利用するのは原画 scan 時だけです。
stylus の特質上、用紙設定の解像度とラスター画像の読み込み解像度を 144dpi で統一する必要があります。(統一さえされていれば、1dpi でも 200dpi でも問題ありませんが、スタッフ間で仕事を分けた時のトラブル回避のために 144dpi と定めています。)

Stylus 画面のレイアウトは次のようにしておくといでしょう。



2.6.3 デジタル作画作業に入る前に必要なこと

(1) タイムシートへの記入

STYLOS 上で動画を描く作業に入る前に、紙のタイムシートに情報を記入してください。

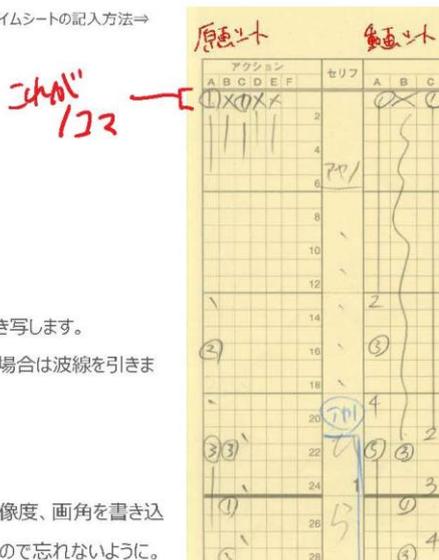
③-1 タイムシート、カット袋の記入

タイムシートの記入方法⇒

- で囲まれている数字が原画
- ∖ が動画
- Xは表示されないセルです

左の原画シートに書かれた指示を、右に通し番号で書き写します。
三コマ以上空く場合は伸ばし棒を、3コマ以上Xが続く場合は波線を引きます。

タイムシート記入後、カット袋に枚数と作業者名、解像度、画角を書き込みます。数値を書かないとリテイク対応時自分が困るので忘れないように。

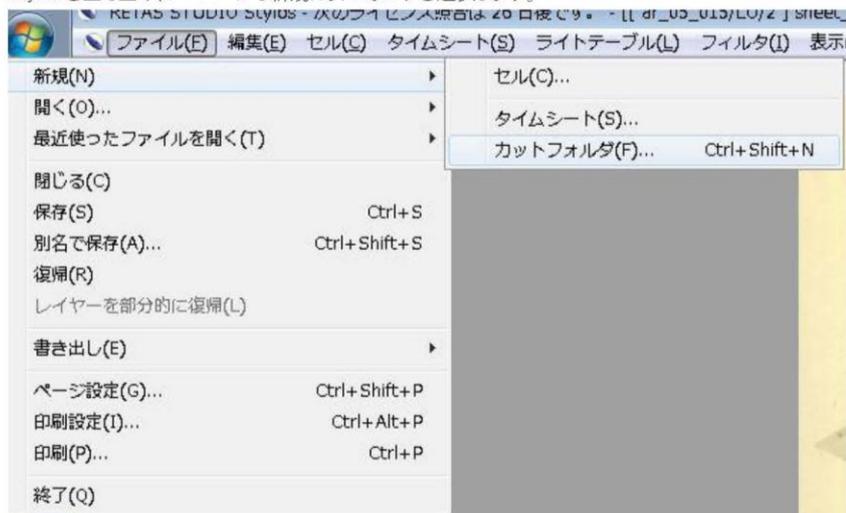


(2) カットフォルダの作成

- ①原画をスキャンする、紙のタイムシートへの記入が終わった後、データ上でカットフォルダ（レイアウト、スキャンした原画、タイムシート等）にデータを取りまとめてください。

④-1 カットフォルダ作成

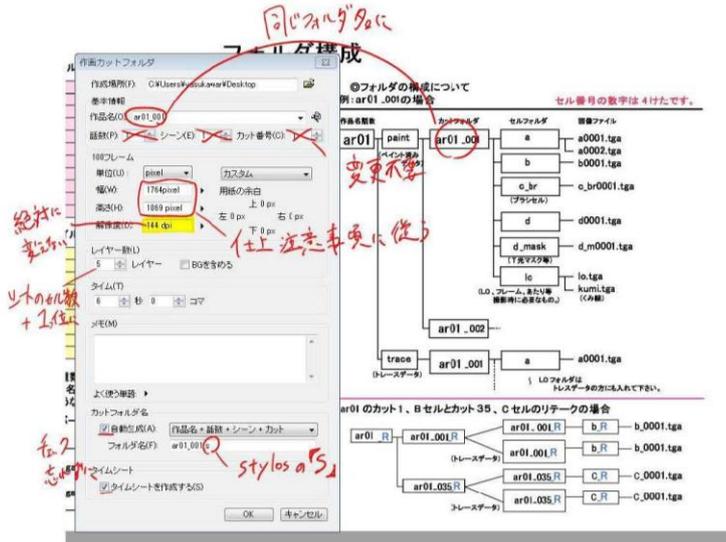
Stylos を立ち上げ、メニューから新規カットフォルダを選択します。



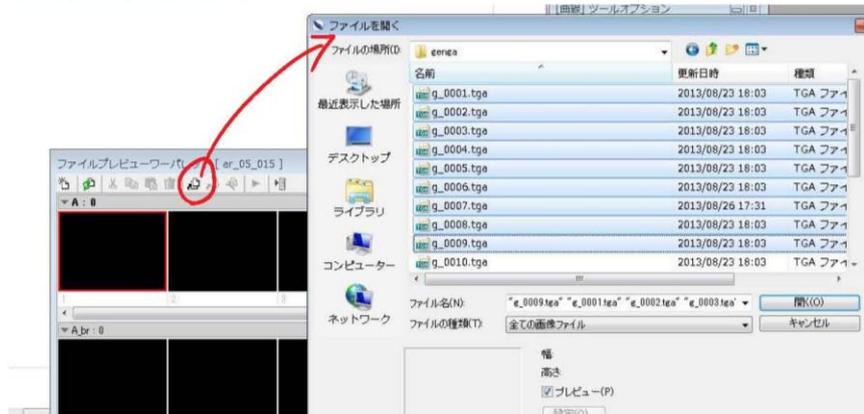
②原画をスキャンする。

紙のタイムシートへの記入が終わった後、データ上でカットフォルダ（レイアウトスキャンした原画、タイムシート等）にデータを取りまとめてください。

次にカットフォルダの設定をします。

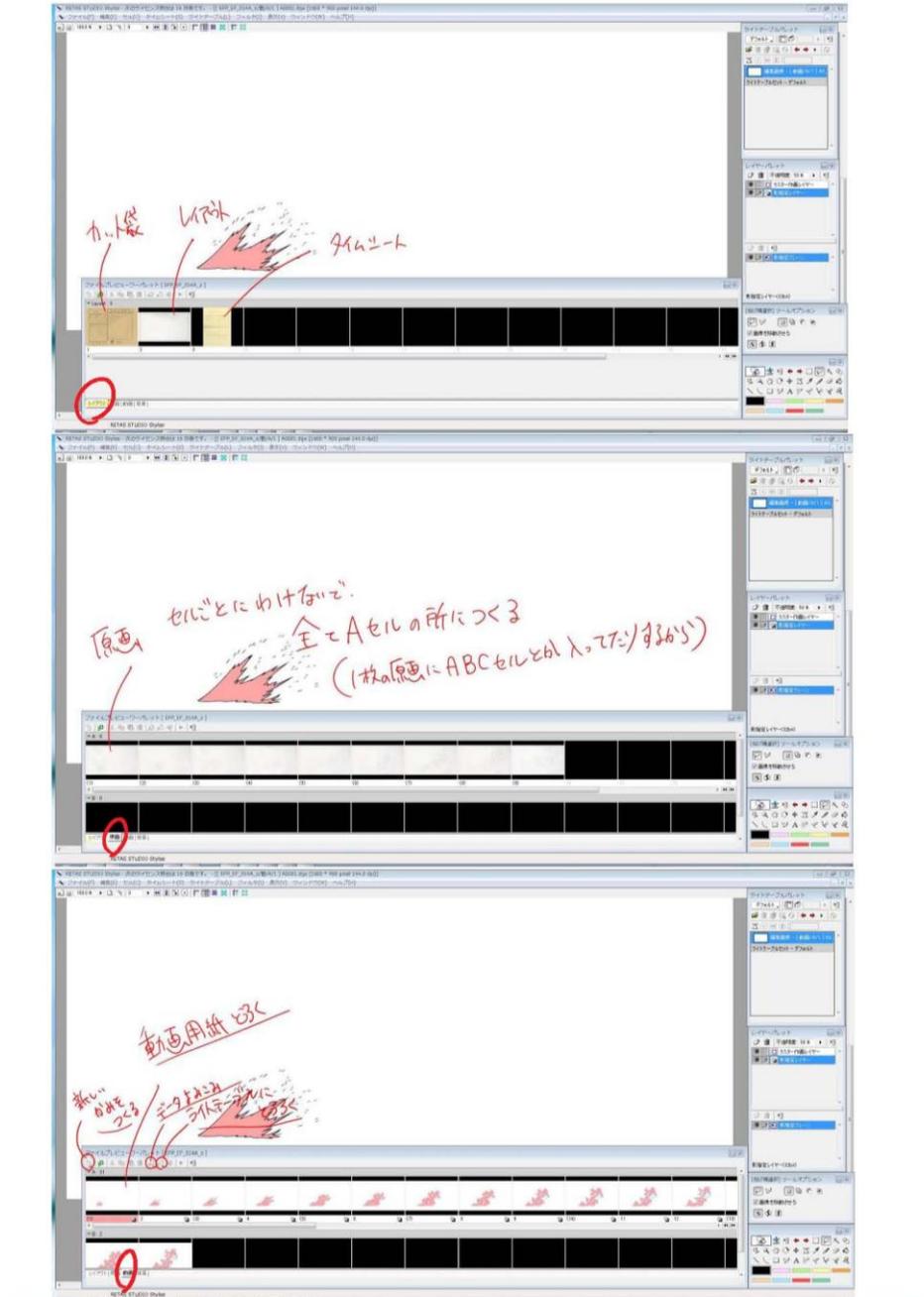


④-2 スキャンデータ読み込み Scanの項目でスキャンしたシートやレイアウト、原画データをカットフォルダに読み込みます。



(3) STYLOS への原画の取り込み

下記の手順でカットフォルダに収納したスキャン原画を STYLOS のファイルプレビューパレット取り込んでください。



2.6.3 デジタル作画作業に入る前に必要なこと

(4) STYLOS タイムシートへの入力

STYLOS のタイムシートに紙に描いたタイムシートと同じ情報を打ち込んでください

④-3 タイムシート打込

原画番号 → キー
 動画箇所 → / (スラッシュ) 転記ボタン
 * → * (asterisk) で打込めば。

Fr	原画				台詞	動画				カメラ
	A go	A br	A	B		A go	A br	A	B	
0										
1		1	1				1	1		
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13		2	○				2	2		
14										
15		3	2				3	3		
16										
17										
18										
19		4	○				4	4		
20										
21										
22		1	5	3			1	5	5	3
23										
24										
1										
1				1					2	
2										
3										
4				3					3	
5										
6										
7				2					1	
8										
9										
10				3					3	

順不同だと
 バグが起る可能性があるので?
 転記後必ず確認すること

2.6.3 デジタル作画作業に入る前に必要なこと

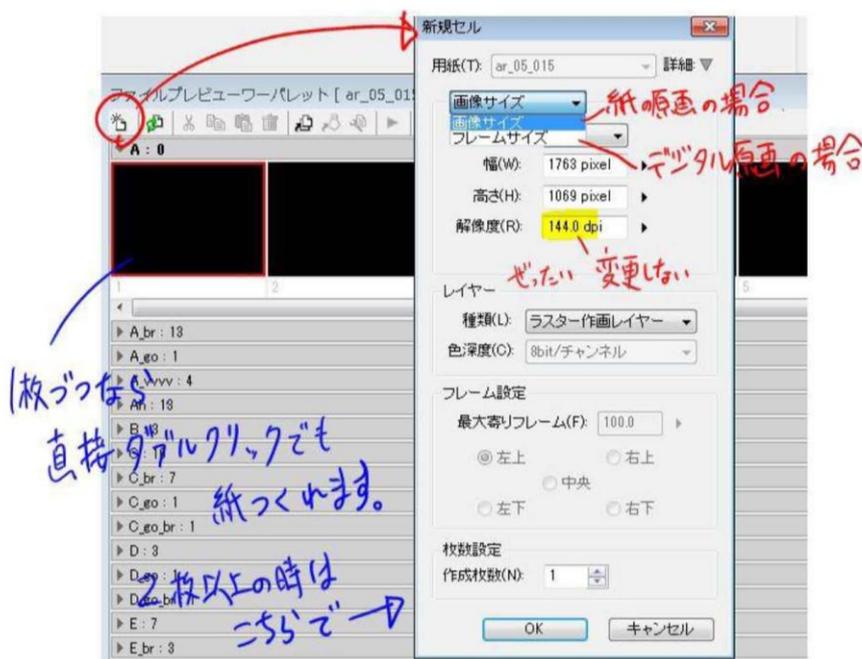
(5) 動画用紙の作成

STYLOS 上で実際に動画を描くための動画用紙を作成してください。

④-4 動画用紙作成

ファイルビューアパレット左上にある新規セル作成から動画用紙を作ります。

一枚ずつの場合はダブルクリックでも作れますが、画像サイズの間違いが余計な手間を生む可能性もあるので極力新規セルのアイコンを使用してください。画像サイズとフレームサイズはそれぞれ紙の原画の時、スタイロスの原画の時で使い分けてください。



④-5 合成

以上で、デジタル作画に入るための設定・準備は終わりです。
STYLOS 上に作成した動画用紙にて「動画」を描いてください。
STYLOS での作画ツールの使い方は下記 URL 等で確認できます。
Stylos 機能紹介

<http://www.retasstudio.net/products/stylos/>

RETAS STUDIO 使い方講座

<https://howto.clip-studio.com/library/categories/view/retasstudio>

2.6.4 デジタル作画作業の終了後

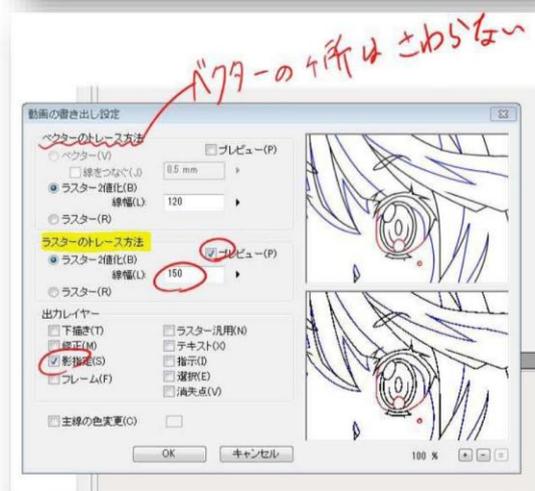
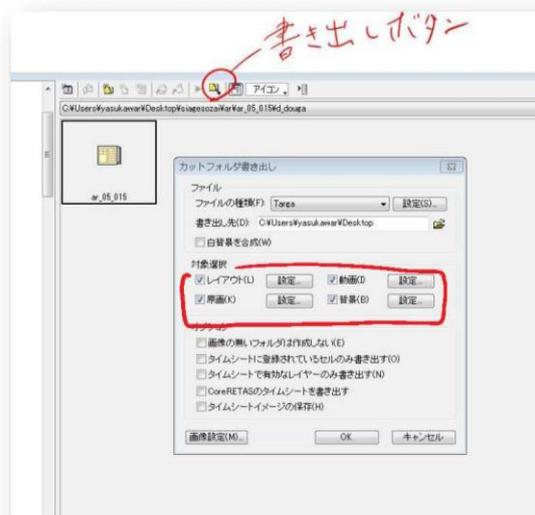
(1) データの書き出し

STYLOS で動画を作成後、仕上げ用データを納品するためには、下記の設定で2 値化データ書き出してください。

⑥書き出し

ファイルブラウザから書き出しボタンを選択します。

書き出し対象を選択し、チェックを入れます。



以上、STYLOS 上でのデジタル作画作業の参考事例です。

第Ⅱ章 アニメーションデジタル作画導入のためのマニュアル

はじめに

本書では、「デジタル作画」と対比するために従来からの紙と鉛筆による作画を、「アナログ作画」または「紙での作画」と表現します。

アナログ作画のフローでは、絵コンテからレイアウト、原画、動画に至る工程は主に紙でした。一部 3DCG によるレイアウトなどが導入されたこともあり、デジタル素材が入ることがありますが、原則として紙に出力されるため、物理的な紙を取り扱うこととなります。また、仕上げ以降は原則としてデジタルデータとなります。

一方デジタル作画のワークフローはコンピュータのソフトウェア上で行われるため、原則としてデジタルデータとなります。現在は様々なデジタルのワークフローが試行錯誤されているため、絵コンテやレイアウトからデジタルで作画する場合もあれば、動画からデジタル作業を行うこともあります。そのため、作画に関わる工程においても、コンピュータに関わる知識が必要とされるようになりました。

本書では、デジタル作画導入のために、本事業で実施したトレーニングプログラム（グラフィニカ提供）に加え、「デジタル作画に必要とされる基礎的なデジタル技術」と実際の「その環境整備」と「環境の維持」について、補足的に解説します。事業を進めていく中でアニメーター以外にも、動画検査、演出のほか、制作進行などのスタッフにもデジタル技術に関する理解が必要になることが明らかになりました。そのため、アニメーターに限らず広く知識として周知すべき内容を取り上げています。また、将来考えられる課題についても言及します。

第 1 章、第 2 章はデジタル作画をこれから習得する人に理解してほしいデジタル制作の知識について述べています。

第 3 章はデジタル作画環境を整える、システム担当者に理解してほしい知識について述べています。また、そのための投資をする経営者や管理者にも一読いただければと思います。

第 4 章は経営者や管理者に理解してほしいデジタル制作を維持運用していくために必要なリソースについて言及しています。

第 5 章はこれらをまとめ今後の課題について述べています。

1. 基礎的な情報リテラシー

1.1 情報漏えいに対する基本的な考え

コンピュータを扱うデジタル作画では、ほぼすべての成果がコンピュータ上のデータとなります。コンピュータのデータは容易に複製が可能です。これは手元で劣化のない作業用のファイルを簡単に生成できるメリットがあります。しかし、一方で情報に外部からアクセス可能であれば、容易にその財産ともいえる成果を奪われることもあります。また、外部からアクセスして改変されることもあります。自分が扱っているデータが貴重な作品の一部であり保全することは従来のアナログ作画と変わりありません。デジタルでは、そのデータが不注意によって危険にさらされることもあることに注意が必要です。そして、近年では SNS をはじめとしたネットワークが広まっており、それらのデータがネットワーク上に出回ると、一瞬で拡散し事実上回収が不可能です。

そのためには、各自がこれまで通り業務上の素材やデータを保全する意識を持つことが第一です。それに加え、ネットワークなどを介して情報をやり取りする場合は、コンピュータウイルスなどへの対策を怠らないことが大事です。また、なりすましなどにより他人にコンピュータやインターネットサービスなどにアクセスされないよう、自分のアカウントに対する保全も必要になります。

1.2 ウィルス対策

コンピュータウイルスに汚染されることで、コンピュータ内のデータそのものを奪われたり、コンピュータにアクセスするためのパスワードや、Web サービスなどを利用するためのパスワードを取られることがあります。こうしたコンピュータウイルスに汚染されないようにウィルス対策ソフトを PC やタブレット等に導入し、常に最新の情報に更新しておくことが重要です。

ウィルスの侵入経路は様々です。ローカルでの危険性は USB メモリなどの外部デバイスを接続した際に自動的に PC にファイルを送り込み汚染したり、汚染したファイルを実行することにより、コンピュータに侵入しウィルス汚染します。インターネットなどのネットワークを通じて汚染する場合にも様々なケースがあります。メールの添付ファイルや、メールに記載されている URL にアクセスしたことにより侵入するメールを媒介にするものもあります。Web サイトを閲覧した際に、自動的にダウンロードさせたり、クリックしたことによりダウンロードさせるものもあります。信頼のおけないサイトへはアクセスしない、身に覚えのないメールは開かない、添付ファイルは開かないなど基本的な対策と合わせてウィルス対策ソフトを活用しましょう。

ウィルスという言葉は、広義には「感染したり悪質な動作をするプログラム」の意味で使われています。ウィルスと似た言葉に、ワーム、トロイの木馬、マクロウイルスなど様々なものがあり、おおよそ次のような意味があります。

表 ウィルスの名称とその内容

名称	内容
ウィルス (狭義)	<ul style="list-style-type: none"> ・他のプログラムファイルに寄生して自分自身を複製する ・自動的に実行される (ユーザーが操作しなくても動き出す)
ワーム	<ul style="list-style-type: none"> ・自分自身をプログラムファイルとして複製する ・自動的に実行されない (ユーザーが知らずに操作すると動き出す)。
トロイの木馬	<ul style="list-style-type: none"> ・自分自身を複製しない (悪質 Web サイトや迷惑メールなどでユーザーの PC に送り込まれる) ・自動的に実行されない (ユーザーが知らずに操作すると動き出す)。
マクロ ウィルス	<ul style="list-style-type: none"> ・Word や Excel などのファイルに付くマクロというプログラム形式を悪用して自分自身を複製する。「ワーム」に分類されることもある。 ・ユーザーが知らずにこれらのファイルを開くと動き出す。
スパイウェア	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーに隠れてキーボードの打鍵データやパソコン内の個人情報などを抜き取り、こっそりどこかに送信するプログラム ・トロイの木馬などの手段でユーザーの PC に送り込まれる。
ボット	<ul style="list-style-type: none"> ・ネット上からユーザーの PC をこっそり遠隔操作するプログラム ・知らないうちに、ユーザーの PC が迷惑メールの配信や Web サイトの攻撃などの悪事に加担させられる恐れがある。 ・トロイの木馬などの手段でユーザーの PC に送り込まれる。
ルートキット	<ul style="list-style-type: none"> ・PC の OS 動作を細工し、PC の不正利用を見えにくくするソフト群 ・ボットやスパイウェアなどの悪質プログラム感染させるために使用 ・トロイの木馬などの手段でユーザーの PC に送り込まれる。
マルウェア	<ul style="list-style-type: none"> ・上記の様々な悪質プログラムの総称 ・世間一般で「ウィルス」と呼ばれるものに相当する
アドウェア	<ul style="list-style-type: none"> ・宣伝・マーケティング目的でユーザーに配布するプログラムの一種 ・悪質とは限らない (製品の試用版ソフト、広告付き無料ソフトなど) ・悪質なものは強制的に広告画面を表示したり、宣伝用サイトに誘導 ・さらに悪質なものは、スパイウェアとして動作し、Web の閲覧履歴などユーザーの行動記録をマーケティング目的で吸い出す。
デマウィルス (偽ウィルス)	<ul style="list-style-type: none"> ・偽のウィルス情報を、チェーンメール (不幸の手紙) の手法を使って広めさせようとするいたずら、実際のウィルスではない。

2. デジタル作画導入のための基礎技術

デジタル作画を導入する以上、コンピュータ上での画像の取り扱いは必須の知識となります。すでに仕上げや撮影、背景美術などはデジタル化が進み、コンピュータが導入されているスタジオも多くあります。そうした経験のあるスタッフはデジタルの基本的な知識を理解していますが、それほどコンピュータ操作に経験のないスタッフの助けになるように、基本的な内容についてまとめます。

2.1 データとファイル、フォルダ

2.1.1 概念

(1) データとファイル

コンピュータ上で作業するために必要な素材や自分の作画結果は「データ」としてコンピュータに記録されます。その際のデータの記録形式が「ファイルフォーマット」です。一般的には、「データ（ファイル）を送って」とか「データ（ファイル）が開けない」というように同じような意味で扱われることが多いです。デジタル作画のワークフローの中では、主に「作画データ」、「画像データ」や「動画データ」を「デジタル作画ソフト専用ファイル」や「画像ファイル」、「動画ファイル」に格納する形で運用します。

デジタル作画ソフトなどは、それぞれ読み込めるファイルフォーマットが指定されています。汎用的な画像ファイルフォーマットや動画ファイルフォーマットなどはより多くのソフトで読み込むことができます。

データは容易にコピーすることができますが、誤って改変してしまったり削除してしまい制作に多大な影響を及ぼすことがあります。特に他の作業者と共有して作業をするファイルについては注意が必要です。

(2) フォルダ（ディレクトリ）

ファイルを整理するためにコンピュータの中で生成するファイルの置き場が「フォルダ」です。ディレクトリと呼ばれることもあります。業務の中では、「XX ファイルはどのフォルダ（ディレクトリ）に入っているの？」というように、ファイルの保存場所を確認することが多くあります。実際の制作では作品のファイルを管理する専用の場所を作ることが多くあります。作業する際に指定されたフォルダ構造を自分の PC の中に作成して作業したり、共有するサーバーの中にこれらのフォルダ構造を生成して、指定した場所から作業ファイルを取得することが多いです。「ファイル」と「フォルダ」の関係は、絵コンテやレイアウト、原画、動画などの「素材」と「カット袋」の関係と同等といえます。

2.1.2 ファイルやフォルダの運用

(1) フォルダ（ディレクトリ）の命名規則（ネーミングコンベンション）

ファイル名やフォルダ（ディレクトリ）の名称は制作の管理に大きな影響を及ぼします。作業者が個人の都合で格納場所を変えると、その作業結果をチェックしたり、次の工程の人が作業する際に探し出せなかったり、間違ったファイルで作業をしてしまうこともあります。また、他のファイルを参照している場合などは、作業の結果が正しく反映されないことがあります。

作業を外注する際は、外注先（元）との間でも、この命名規則を統一しておく必要があります。

(2) ファイルやフォルダの名称

不適切なファイル名を使うと、納品先でファイル管理上の混乱を引き起こすばかりでなく、ファイル名が文字化けしたり、ファイルが読めなくなることがあります。

トラブルを避けるためには、半角英数字のみで、シンプルで分かりやすい名前をつけましょう。全角文字でファイル名やフォルダ名をつけてしまうこともあります。また、作品によってファイルの命名規則がある場合は、必ずそれに従ってください。

ファイル名に次のような文字を使うとトラブルの元になるため、使うべきではありません。

・「?」「@」「#」「\$」「^」「&」「*」「(」「)」」「\」「[」「]」「|」「;」「'」「"」「<」「>」「!」「~」「¥」「/」の記号。

（マイナス「-」とアンダースコア「_」は使用可能）

- ・「+」「-」「.」はファイル名の先頭には使えない
- ・半角カタカナ（特にネットワークでは要注意）
- ・半角スペース（空白）
- ・漢字、ひらがな、全角アルファベットなどの全角文字
- ・機種依存文字
 - －「①」や「Ⅱ」などの○付き数字やローマ数字
 - －「℥」などの略語、「㊦」などの○付き漢字、「株」「肴」などの「(」付き漢字など
 - －「m³」や「kg」などメートルやキログラムをあらわす文字
 - －Windowsの固有漢字、「薨」「神」「或」など（数多くあります）
 - －Macの「(」付きの英字
 - －Macの半角モードでCtrlやOptionキーを押しながらキーを打つと出るMac文字

2.2 静止画像ファイル

デジタルアニメ制作ソフトでは、紙に書かれた素材をスキャンして静止画像として読み込んだり、作画結果を静止画像の連番ファイルとして書きだすことがあります。

静止画ファイルフォーマットにはいくつかの特徴があります。

2.2.1 静止画像に関する知識

(1) ラスタデータとベクタデータ

ラスタデータまたはラスタ形式、ビットマップ形式などと呼ばれる形式では、静止画データは、ひとつのピクセル（画素）に色情報が記録されています。これらひとつひとつのピクセルが集合して画像となっています。フル HD の場合は横 1920, 縦 1080 の 2,073,600 ピクセルが集合して画像ができています。ラスタデータは拡大すると次第に画素が確認できる。高い画質のためには多くのピクセルが必要になり、その結果画素数の多い画像（サイズの大きい画像）はファイルサイズが大きくなります。

ベクタデータまたはベクタ形式などと呼ばれる静止画ファイルフォーマットでは、2 次元の平面に数値により画像が記録されています。たとえば直線なら、始点と終点の座標とその太さの情報により描画されています。ベクタデータは原理上、拡大しても画素が見えません。そのため、容易に高精細画像に対応でき、ファイルサイズもそれほど大きくなりません。

(2) ビット深度

静止画像ファイルの色情報として、様々な記録方式があります。その中でも映像制作で利用する多くのファイルは RGB 形式で式です。光の三原色である R（赤）G（緑）B（青）それぞれが、値を持ちその値が最小の時に黒、最大の時に白になります。

この RGB それぞれの階調の細かさを示すのがビット深度です。RGB 各色 8 ビットの場合は、RGB それぞれが 0 から 255 までの 256 階調、10 ビットの場合は 0 から 1023 の 1024 階調の段階を持ちます。

(3) アルファチャンネル

静止画像フォーマットの中には、色情報に加え同様の情報をもう 1 色（1 チャンネル）分記録できるものがあります。このチャンネルをアルファチャンネルと呼びます。アルファチャンネルは合成のためのマスク素材の情報を拡充できるため重宝されます。

(4) 可逆圧縮、非可逆圧縮、非圧縮

静止画像ファイルは画素数が増えるとファイルサイズが大きくなるため、情報を圧縮してファイルサイズを縮小することができます。可逆圧縮は小さくしたファイルサイズを、画像情報を損なうことなく伸長（復元）することができる圧縮方式です。非可逆圧縮は、

より小さなファイルサイズに圧縮できるものの、圧縮前の情報に伸長することができない圧縮方式です。非圧縮はこうした圧縮を一切行わない方式です。

(5) レイヤ

静止画像ファイルの中にはレイヤ（層）構造をもつものもあります。ひとつの静止画像ファイルの中にいくつもの層が重ねることができ、背景とキャラクタ、エフェクトなどを別のレイヤにわけて加工しやすい状態のままひとつの静止画像ファイルとして扱うことができます。ただし、レイヤが増えれば増えるほどファイルサイズは増大します。

2.2.2 代表的静止画像ファイルフォーマット

(1) Illustrator AI フォーマット（拡張子：「.ai」）

Adobe Illustrator の標準的なファイルフォーマットです。ベクタ形式の画像データを入れることができます。

(2) BMP フォーマット（拡張子「.bmp」）

Windows の標準的な画像フォーマットです。ビット深度は最大 8bit（24bit カラー）です。ビット深度 8bit の場合は、非圧縮で使われます。

(3) EPS フォーマット（拡張子「.eps」）

EPS は Encapsulated PostScript の略語です。ドローソフトで作成したベクタ形式の画像データを入れることができます。

(4) JPEG フォーマット（拡張子「.jpg」または「.jpeg」）

ほとんどの画像処理ソフトや画像閲覧ソフトが JPEG フォーマットを扱うことができます。ビット深度は最大 8bit（24bit カラー）です。

画像データを、非可逆圧縮し、大幅にデータ量を減らしてファイルに収めることができます。映像制作において、画像データを非圧縮でやり取りするときには使われません。

(5) Mac PICT フォーマット（拡張子「.pict」「.pic」「.pct」）

Mac で伝統的に使われてきた画像フォーマットです。ビット深度は 8bit（24bit カラー）で、可逆圧縮のしくみを持っています。

Windows ではほとんど対応していませんが、QuickTime がインストールされていれば開くことができます。

(6) PNG フォーマット（拡張子「.png」）

PNG は可逆圧縮形式の画像フォーマットです。ビット深度は 8bit 以上で、最大 16bit

(48bit カラー、約 280 兆色) です。アルファチャンネルも記録することができます。

(7) Photoshop PSD フォーマット (拡張子「.psd」)

Adobe Photoshop の標準的なファイルフォーマットです。Photoshop が扱うことのできる画像形式は全てこのファイルで運べます。ビット深度は 8bit, 16bit に対応し、独自方式で可逆圧縮されます。Photoshop を使う処理作業のためのさまざまな情報が含まれています。特に、レイヤ情報をそのまま保持して運ぶことができます。レイヤをたくさん重ねるほどファイルサイズが肥大化しがちであるため、注意してください。

(8) SGI フォーマット (拡張子「.sgi」または「.rgb」)

ビット深度は 8bit および 16bit に対応します。可逆圧縮が可能です。

(9) TGA フォーマット (拡張子「.tga」)

ビット深度は 8bit (24 ビットカラー) で、アルファチャンネルを持つことができます。また、可逆圧縮のしくみを持っています。

RETAS!PRO シリーズがこの画像形式を長く使ってきたことから、デジタルアニメーションの制作現場で広く利用されています。RETAS の TGA ファイルは、フォーマット上の拡張領域に RETAS 独自のデータが入っています。この部分は、一般の画像処理ソフトウェアでは読み込むことができません。

(10) TIFF フォーマット (拡張子「.tif」または「.tiff」)

TIFF は 8bit (24 ビットカラー) のほか、16bit のビット深度に対応しています。多くの画像処理ソフトウェアが TIFF フォーマットの画像に対応しているため、デジタルアニメーションの制作現場では、納品用連番ファイルなどに多用されるフォーマットの 1 つになっています。

2.2.3 連番ファイル

連番ファイルは静止画像ファイルのファイル名に連続した番号を付与したファイルのことを指します。アニメーションや映像を動画ファイルではなく、1 フレームごとに静止画像として出力し、他のソフトで読み込む際の順番がわかるように番号が付けられたファイルです。デジタル作画の場合は、それぞれのソフトウェアが独自のファイルフォーマットを採用しているため、他のソフトウェアと画像をやり取りする際に、汎用的な静止画像ファイルフォーマットの連番ファイルを書き出して受け渡しします。

2.3 動画ファイルフォーマット

作画の結果を動画ファイルとして書き出したり、動画ファイルを読み込んで下地にして作画することなどがあります。動画ファイルにも様々なフォーマットがあり、いくつかのポイントがあります。

2.3.1 動画ファイルの知識

(1) コーデックとファイルフォーマット

コーデックとはファイルにデータを格納するために、処理する方法のことです。動画ファイルには必ずエンコードが存在しています。あるコーデック形式でエンコードされたデータは、ファイルフォーマットという「入れ物」に格納され、ファイルとなります。ムービーデータでよく使われる AVI や QuickTime のフォーマットは、非常にたくさんの種類のコーデックを扱うことができるため、適切なコーデックがないと、ムービーデータを再生したり、ソフトウェアに読み込むことができません。異なるソフトウェア間でデータをやり取りする場合は事前に確認をしておきます。

(2) フレームレート

動画ファイルは複数枚の静止画を連続して表示させることで動画として表示しています。この一秒当たりの枚数をフレームレートといいます。フレームレートは「fps」（フレームパーセカンド）の単位で表示されます。アニメーション制作では作画する際に多く利用される 24fps のほか、指定により 30fps を利用したり、参考用の動画として、30fps, 60fps といったフレームレートのファイルを扱うことがあります。

(3) フレーム内圧縮とフレーム間圧縮

動画ファイルは複数の静止画ファイルから成り立っています。そのため静止画と同様に一枚一枚の画像を圧縮することでファイルサイズを減らすことができます。またコーデックによっては、その際に可逆圧縮、非可逆圧縮を選ぶことができます。動画は時間が長くなればファイルサイズが増すことから、複数のフレームにわたって圧縮することがあります。これらをフレーム間圧縮と呼びます。一枚の画像として圧縮が完結していないため、作画の参照などに動画を利用する場合は、フレーム間圧縮をした動画ファイルは適していません。

2.3.2 よく利用される動画フォーマット

(1) AVI フォーマット（拡張子「.avi」）

Microsoft 社が開発したフォーマットです。非圧縮または可逆圧縮のコーデックにより、高画質の素材運搬も可能です。AVI フォーマットには対応するコーデックが複数あります。

(2) QuickTime フォーマット (拡張子「.mov」または「.qt」)

Apple 社が開発したフォーマットです。非圧縮または可逆圧縮のコーデックと組み合わせ、高画質の映像素材を運ぶことも可能です。QuickTime には、対応するコーデックが複数あります。

(3) MPEG フォーマット (拡張子「.mpeg」または「.mpg」)

MPEG-1 や MPEG-2 のコーデックに対応するファイルフォーマットです。映像配信用などに使われますが、制作現場での映像素材の運搬用としては使われていません。

(4) MP4 フォーマット (拡張子「.mp4」, 「.m4v」など)

MP4 フォーマットは、QuickTime フォーマットを元に開発された国際規格のフォーマットです。MPEG-4 専用ということではなく、外のコーデックで作られたデータを格納することが可能です。

2.3.3 よく利用されるコーデック

(1) QuickTime アニメーション圧縮

QuickTime に標準装備されている圧縮コーデックの 1 つです。品質が「BEST」の時は可逆圧縮が得られ、また、別途のコーデックが不要であるという手軽さから、アニメーション制作会社において、高画質の映像素材の運搬用として広く使われています。

(2) MPEG-2

MPEG とは、この規格を作った国際団体 Moving Picture Experts Group に由来する名前です。MPEG-2 はムービーデータ以外の応用がよく知られており、DVD、デジタル放送、業務用 VTR、BD などで広く使われています。

(3) MPEG-4 とその派生技術

MPEG-4 は、MPEG-2 よりもさらに優れた圧縮性能や幅広い応用を目指して開発された。非常に広い範囲の技術を含む国際規格です。

MPEG-4 技術は、携帯電話、映像配信、HDTV 業務用 VTR にいたるまで、幅広い分野で採用されています。

(4) DivX

MPEG-4 の技術を基に、DivX 社 (米) が独自開発したコーデックで、現在は映像のみのコーデックです。AVI, MP4 などいくつかのムービーフォーマットで使うことができます。

(5) H.264/AVC

MPEG-4 国際規格の広範な技術の 1 つです。一般には「H.264/MPEG-4 AVC」「H.264/AVC」「H.264」「MPEG-4 AVC」「AVC」など、さまざまな名称で呼ばれています。H.264 のコーデックは、AVI, QuickTime, MP4 などのファイルで利用できます。H.264 のコーデックは、従来の映像圧縮技術をはるかにしのぐ圧縮性能を達成しています。ただし、ソフトウェアでの圧縮処理は非常に複雑で時間がかかります。H.264 は、携帯電話、ワンセグ、BD, QuickTime などに幅広く採用されています。

(6) Windows Media Video (WMV)

MPEG-4 技術を基に Microsoft 社 が開発した映像コーデックで、Windows に付属する Windows Media Player に内蔵されています。H.264 とほぼ同等の圧縮性能を持つとされています。複雑なコーデックなので、圧縮処理には非常に時間がかかります。

(7) Apple ProRes 422/4444

Apple 社が開発した映像コーデックで、Final Cut Pro (Final Cut studio) のためのコーデックとして提供されています。

2.4 解像度と画像サイズ (ピクセルサイズ)

アニメ制作では「解像度」という言葉がよく使われますが、その意味は、使う場面によって異なります。解像度は本来「ある大きさの中でいかに細かく表示できるか」という意味であり、大きさ (長さ) の概念とセットにして考えるべきです。紙に書かれた作画や背景画をスキャナで取り込む際に指定する解像度はこの概念に基づいています。

しかし、大きさの概念を無視した「解像度」の考え方が広まっており、しばしば誤解や混乱を生んでいるようです。これはテレビやディスプレイの画素数などを示すときに「解像度 1920×1080」のように表現する場合などです。厳密には「画素数が 1920×1080」であり本来は解像度ではなく画素数または画像サイズと考えるべきです。

(1) スキャン解像度

スキャン解像度は、動画スキャンや背景スキャンなど紙媒体の素材をコンピュータに取り込む際に必要になります。スキャン解像度は、dpi (dot per inch, 1 インチ当たりのピクセル数) で表すのが普通です。Dpi は本来印刷出力で用いられ、画像の場合は正確には ppi (pixel per inch) と言うべきですが、ほとんど使われていません。

紙のスキャン領域の長さ、スキャン解像度、画像サイズ (ピクセルサイズ) は互いに関連しています。

- ・ 画像サイズ = スキャン解像度 × 長さ
- ・ スキャン解像度 = ピクセルサイズ ÷ 長さ
- ・ 紙のスキャン領域の長さ = ピクセルサイズ ÷ スキャン解像度

横=X (センチ), 縦=Y (センチ), スキャン解像度=Z (dpi)

横 pixel 数=W, 縦 pixel 数=H とするとき、次のような関係があります。

$$W = (X \div 2.54) \times Z \quad (1 \text{ インチ} = 2.54 \text{ センチ})$$

$$H = (Y \div 2.54) \times Z$$

$$X = (W \div Z) \times 2.54$$

$$Y = (H \div Z) \times 2.54$$

$$Z = (W \div X) \times 2.54 \quad [(H \div Y) \times 2.54 \text{ でも同じ}]$$

日本動画協会が推奨する「AJA 推奨レイアウト用紙規格」仕様では下記のような仕様となっています。(Web ページより一部抜粋)



(出典：日本動画協会 Web ページ http://aja.gr.jp/jigyou/chousa/aja_layout)

1. レイアウト用紙のサイズは、A4 (297mm×210mm) とする。
2. メインフレームのサイズは、10 インチ×5.625 インチ (254mm×142.875mm) とする。

横幅が 10 インチであるため、このレイアウト用紙のメインフレームを読み込む際には、スキャン解像度×10 が横幅のピクセル数となります。そのため、フル HD の素材として活用するために横幅 1920 ピクセルの画像として読み込むためには、192dpi 以上の解像度を設定する必要があります。これとは逆に、PC 上の 1920 ピクセル×1080 ピクセルの画像をレイアウト用紙のメインフレームに合わせて出力するには、ファイルの出力解像度を 192dpi に設定する必要があります。

(2) 表示デバイスの解像度

モニタ、プロジェクタなど、画像を表示する電子デバイスの解像度は、「表示デバイスにどこまで細かく表示できるか」という意味で使われることが一般的です。

液晶などのデバイスは、表示面が小さな画素（ピクセル）の集まりでできています。解像度は「横×縦」のピクセルサイズとして、1920×1080などと表記されます。ピクセルサイズを超えて細かく表示することはできません。

(3) 画像サイズ（ピクセルサイズ）

上記のような解像度の表現を踏まえて、デジタル作画でも重要となる画像サイズについて言及します。デジタル作画ではベクタ形式で作画した素材をラスタ形式の画像にする時や、最初からラスタ形式の画像として作画する際に必要な概念になります。

画像サイズは表示デバイスの解像度と同じように、縦横のピクセルサイズで表記します。画像データがどのような大きさで表示されるかは、考慮しません。

(4) K（ケー）

画像データや表示デバイスのピクセルサイズをおおまかに表記するため、「1000倍」を意味するK（ケー）という単位が使われます（キログラムやキロメートルの「キロ」と同じ意味）。近年ではデジタルシネマの普及や4Kテレビの登場などにより一般にも広まってきました。4,000×2,000程度のピクセルサイズは「4K×2K」と表現されます。最近では、横のピクセルサイズだけで表すこともあります。横4,000ピクセル程度（3,840や4,096などが多い）なら「4K」と呼ばれます。

2.5 データ量

デジタル作画を導入するとデジタルデータの受け渡しが頻繁に発生します。社内のネットワークやインターネット、USBフラッシュメモリやHDDなど様々な方法でデータを受け渡しますが、その際にデータサイズが大きなファイルはそれだけ時間がかかることになります。事前に画像ファイルサイズの概念を知ると、事前のデータ量の予測に役立ちます。

2.5.1 データの単位

(1) ビット

データの量を表す最小の単位は、ビット（bit）です。1bitのデータは、0か1かの状態を表すことができます。このような数字のことを2進法とよび、我々が普段使う10進法とは異なる概念を持ちます。ビット数（桁）を増やすことでより多くの表現が可能です。すでにファイルフォーマットのところで、アニメ制作でよく利用されるRGB各色8bitの静止画像について触れましたのでこれを例にして説明します。RGB各色8bitの静止画像は、RGBそれぞれ0~255までの256階調の色が表現できます。1ビットは0か1の2通りしか

表現できませんが、4bit あれば $2^4=16$ 通り、8bit あれば $2^8=256$ 通りの色が表現できます。一般によく使われる静止画像が RGB 各色 256 階調で表現されているのは、それらの静止画像フォーマットが各色 8bit のデータフォーマットだからなのです。各色 10bit であれば 1024 階調が表現できます。

ビットの桁数と表せる違いの数（出典：デジタルアニメマニュアル 2009）

ビットの桁数（深度）	表せる違いの数	備考
1bit	2 ($=2^1$)	
4bit	16 ($=2^4$)	
8bit	256 ($=2^8$)	
10bit	1024 ($=2^{10}$)	
12bit	4096 ($=2^{12}$)	
16bit	65536 ($=2^{16}$)	
24bit	約 1678 万 ($=2^{24}$)	1600 万または 1677 万と表記されることが多い
30bit	約 10.7 億 ($=2^{30}$)	10 億と表記されることが多い
36bit	約 687 億 ($=2^{36}$)	
48bit	約 281 兆 ($=2^{48}$)	

(2) バイト

一般的に、8bit のことを 1 バイト (byte) と言います。ファイルサイズやハードディスクの容量などは、バイトで表すのが普通です。一方、信号などとして流れるデータの 1 秒間の情報量はバイトよりもビットで表すことが多いようです。1 秒間に流れるビットの数をビットレートといい、bps (bits per second) という単位で表されます。

ファイル転送速度などでは、ビット単位 (bps) もバイト単位 (B/s) も両方使います。ビット単位の数字は 8 で割ればバイト単位になります。例えば 100Mbps は 12.5MB/s です。

(3) 補助単位

コンピュータの世界で扱うビットやバイトの数字は非常に大きい数値になっているためさまざまな補助単位が使われます。

キロバイト (KB)	1000 バイト
メガバイト (MB)	1000 キロバイト (100 万バイト)
ギガバイト (GB)	1000 メガバイト (10 億バイト)
テラバイト (TB)	1000 ギガバイト (1 兆バイト)
ペタバイト (PB)	1000 テラバイト (1000 兆バイト)

2.5.2 静止画像ファイルのデータサイズ

一般に画像のサイズが大きくなるとデータサイズが増えていきますが、それ以外にもデータサイズが増えていく要因があります。ここでは非圧縮の画像のデータサイズについて述べていきます。RGB 各色 8bit の標準的な静止画像の場合、1 ピクセルの色を表現するためには、8bit×3 色 (チャンネル) =24bit の情報が必要になります。ここにアルファチャンネルが加われば、8bit×4 色 (チャンネル) =32bit となり 1 ピクセルあたりのデータサイズが大きくなります。RGB 各色 10bit (1024 階調) の静止画像フォーマットを利用した場合は、10bit×3 色 (チャンネル) =30bit の情報量が必要になります。ここで重要なのは、階調が 4 倍になったからと言って単純にデータ量が 4 倍になるというわけではないという点です。各色のビット深度が 2 倍の 16bit になれば、データ量も 2 倍になります。

1 ピクセルのデータ量がわかれば後は画像サイズ (ピクセル数) の量でデータサイズが変動していきます。フル HD であれば 1,920 ピクセル×1,080 ピクセルなので、2,073,600 ピクセル存在しますので、これを掛け算することでデータ量が想定できます。画面の面積が多くなればピクセル数が増えていくため、4K のテレビ放送などで想定されるフル HD の横方向、縦方向のピクセルがそれぞれ 2 倍に増えた、3,840 ピクセル×2,160 ピクセルであれば、フル HD の 4 倍のデータサイズになります。1 枚の非圧縮画像のデータサイズは、式 2.1 のようになります。最後に 8 で割るのは単位をビットからバイトに変換するためです。

$$S = x \times y \times b \times c / 8 \quad (2.1)$$

S : 静止画像サイズ(バイト), x : 横 pixel, y : 縦 pixel, b : ビット深度, c : チャンネル数

計算例 :

720×486pixel, 8bit アルファチャンネルなしの画像サイズ

$720 \times 486 \times 8 \times 3 / 8 = 1,049,760$ バイト = 約 1 メガバイト

1920×1080pixel, 16bit, アルファチャンネル付きの画像サイズ

$1920 \times 1024 \times 16 \times 4 / 8 = 16,588,800$ = 約 18.6 メガバイト

また、レイヤ構造を持っていた静止画像ファイルの場合は、原則としてレイヤの数だけこれらの情報を持つことになります。

実際のデータは、圧縮されることがあり、必ずしもこの理論上の計算に基づくわけではありません。圧縮の効率は圧縮する画像によって異なるため一概に結論付けることはできません。制作で利用する可逆圧縮は、品質劣化を起こさずにデータ量 (ファイルサイズ) を減らすことができますが、あまり大きく減らすことはできません。相当に優秀な圧縮方

法を使っても、ファイルサイズはせいぜい数分の1から1/10程度です。

同じ仕様の作品のデータをもとにすると予測も可能です。そのためにも、どのような要因がファイルサイズにどんな影響を及ぼすか知っておくことが重要です。

表 静止画像ファイルのデータサイズに影響を与える要素

要素	与える影響
ビット数 (ビット深度)	ビット数が2倍になればデータ量も2倍になる (階調が2倍になってもデータ量は2倍にならない)
画像サイズ (ピクセル数)	ピクセル数に応じて比例 (横のピクセル数×縦のピクセル数であるため、双方が2倍になればデータ量は4倍)
アルファチャンネルの有無	33%増 (RGB 各色のビット深度とアルファチャンネルの深度が同じ場合)
レイヤ数	原則としてレイヤ数が増えると比例して増加
圧縮	圧縮率や元の画像によってことなるため、類似画像をもとにテストし削減率を予測

2.5.3 動画ファイルのデータサイズ

動画の場合は静止画像のファイルサイズに加え、そのフレーム数分だけデータ量が増えていきます。1秒の映像であっても、フレームレート (fps) によって、1秒間に何枚の静止画像 (フレーム) が記録されているのか異なります。静止画像のデータ量×秒数×フレームレート (fps) が動画データの基本的なサイズになります。

実際のデータは、フレーム内圧縮やフレーム間圧縮されることがあり、必ずしもこの理論上の計算に基づくわけではありません。圧縮の効率は圧縮する画像によって異なるため一概に結論付けることはできません。同じ仕様の作品のデータをもとにすると予測も可能です。非圧縮の連番画像または非圧縮の動画のデータサイズは式 2.2 のようになります。

$$M = x \times y \times b \times c \times f \times t / 8 \quad (2.2)$$

M : 動画データサイズ (バイト), x : 横 pixel, y : 縦 pixel,

b : ビット深度, c : チャンネル数, f : フレームレート (fps), t : 尺 (秒)

計算例 :

720×486pixel 30fps の連番 20 分のサイズ

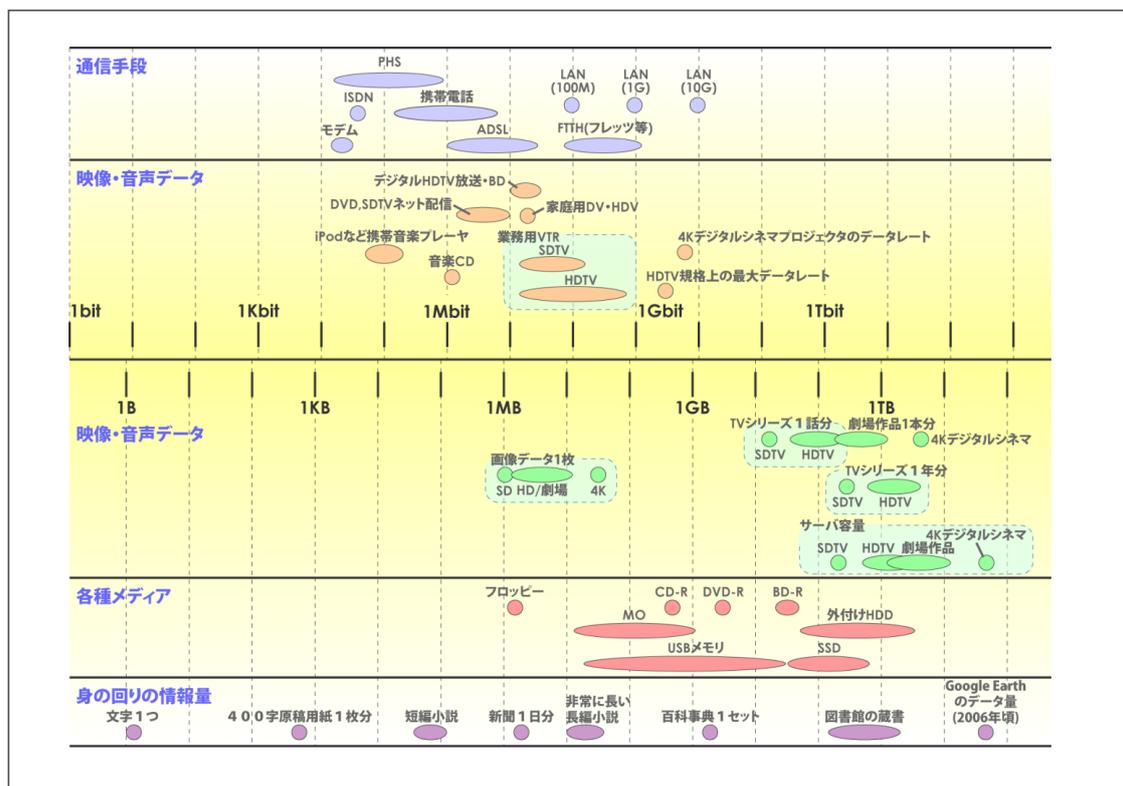
$720 \times 486 \times 8 \times 3 \times 30 \times (20 \times 60) / 8 = \text{約 } 37.8 \text{ ギガバイト}$

1920×1080pixel 24fps の連番 90 分のサイズ

$1920 \times 1080 \times 8 \times 3 \times 24 \times (90 \times 60) / 8 = \text{約 } 806 \text{ ギガバイト}$

2.5.4 データサイズの見安

作品によりデータサイズは異なるため、一概には言えませんがひとつの見安として、2009年の調査したデータがあります。下記に図を示しますので参考としてください。



データ量の比較図 (出典：デジタルアニメマニュアル 2009)

【注釈】1目盛りは10倍のデータ量となっています。上半分のビットの尺度のところは、1秒間に何bit流れているか(ビットレート)について表しています。たとえば、HDTV放送をするためには、1秒間で新聞1日分に相当するデータ量を流さなければならないことがわかります。

2.6 データの互換性

(1) ソフトのバージョンと互換性

同じソフトであっても、バージョンが異なると互換性の問題が発生することがあります。一部の機能が意図どおりに動かなかったり、データが使えなくなることもあります。

最も確実な方法は、ソフトウェアやプラグインのバージョンを同一にすることです。しかし、他社と共同で制作している場合や他のプロジェクトとの兼ね合いなどで、容易に統一できないこともあります。

そのような場合でも新しいバージョンのソフトで古いバージョンのファイル形式に書き出しできることもあります。バージョンと互換性については、ソフトのマニュアルや Web サイトなどで確認します。また、異なるソフトや異なるバージョンを利用する場合は実際にテストを行い、問題がないことを確認してから使うとよいでしょう。

(2) デジタル作画におけるデータの互換性

現在、日本でデジタル作画に利用できるソフト間では互換性はほとんどありません。それぞれ独自のファイル形式を使うため、ファイルを互いに利用する場合は汎用的な画像ファイルを介する必要があります。

(3) デジタル作画における素材の受け渡し

デジタル作画では、ワークフローの中に紙での作業が発生したり、一部の工程に他のソフトウェアを利用する場合には注意が必要です。

デジタル作画のソフトウェアの多くは専用のファイル形式でデータを保存しています。それらを他のソフトウェアに利用するためには汎用的な画像ファイルに書き出す必要があります。その場合、作画した枚数分の非圧縮又は可逆圧縮の画像データを用意することになります。書き出しにかかる時間に加え、それらを補完するファイルサーバー、送信する社内ネットワークやインターネットなどのインフラや、物理的な運搬手段などが必要になります。事前にこれらについても考慮しておく必要があります。

2.7 ネットワークを使ったデータの受け渡し

ネットワーク経由で、スタジオ内やスタジオ間にデータを送ることが多くあります。特にインターネットのような、公衆回線を利用したサービスを利用する場合にはセキュリティにも注意が必要です。

(1) 電子メールの添付ファイル

電子メールでは、添付ファイルという形で、データを相手先に送信することができます。しかし、あまり巨大な添付ファイルをつけることは、メールサーバに過大な負担をかけるほか、先方で受信できないなどのトラブルを起こしやすいため、素材のやり取りには推奨できません。

(2) ファイル転送・ファイル共有サービス

「ファイルを特定の相手先に転送する」、「インターネット上にファイル共有スペースを提供する」という各種のサービスがあります。有料のものと無料のものがあり、無料サービスでは、データサイズの上限・送信相手の数・通信速度・信頼性・セキュリティなどに一定の制限があり、業者によっても異なります。

(3) ファイル転送専用システム・専用ソフト

拠点間のファイル転送を効率よく行うためのサーバー製品や、サーバー構築ソフトがいくつか販売されています。これらの製品は、大容量データの高速・安定送信、簡単な操作、自動送信、管理しやすさ、セキュリティなどを売りにしています。

(4) FTP (File Transfer Protocol)

FTP サーバーを運用し、FTP クライアントソフトをインストールしたパソコンからファイルのアップロードやダウンロードを行います。FTP はコンピュータの機種や接続形態、OS の種類などに左右されにくく、手軽に FTP サーバーを開設できます。また、さまざまな FTP 関連フリーウェアが公開されています。

一方、FTP プロトコルは設計が古いため、セキュリティ対策がほとんどなく、盗聴など不正アクセスに弱いという問題があります。FTP のセキュリティを向上させるためには、接続できる端末の IP アドレスを制限する方法のほか、ログイン名、パスワードなどの認証情報を暗号化する方法などがあります。

アニメーション制作業界では、インターネット上での FTP がよく使われていますが、適切なセキュリティ対策を取らないまま FTP サーバーを運営することは、不正アクセスやデータ漏洩などの問題を起しやすく、非常に危険です。FTP と同様な使い勝手があり、セキュリティ対策が取られており方式がいくつか存在します。

・ SCP/SFTP

SCP/SFTP サーバーを運用することで、FTP では困難だった高セキュリティ環境下でファイルアップロードやダウンロードが行えます。FTP に代わる大容量かつ安全なデータやり取り手段として運用されています。

・ FTPS (FTP-SSL)

FTPS は、従来の FTP 方式を改良した通信方法の一つで、FTP に代わる高セキュリティのデータやり取り手段として一部の制作会社で運用されています。FTP-SSL とも呼ばれます。

(5) P2P/メッセージングソフト/SNS

P2P ソフトやメッセージングソフト（メッセンジャー）には、ファイル転送機能が含まれています。また、Facebook や LINE のような SNS サービスでもファイルの転送機能が提供されています。

これらのソフトやサービスは個人レベルでは非常に多く使われています。また一部では企業でも利用され始めたものもあります。これらのソフトやサービスによるファイルやり取りは便利な反面、情報漏洩の事例が多く発生しています。特にファイル交換ソフトなどは、重要なデータが入った会社のパソコン上では使うべきではありません。

2.8 データの取り扱いに関わる FAQ

コンピュータを用いてデータをやり取りする際にはさまざまなトラブルが想定されます。ルールを統一したり、事例を共有することでトラブルを削減できることがあります。

また、データの保全については、より確実な対応を求めるとすれば、IT 企業並みの対策が必要になります。セキュリティと利便性は容易に天秤にかけるものではありませんが、リスクを理解したうえで選択して運用することが大事です。

表 データの取り扱い FAQ (参考：デジタルアニメマニュアル 2009)

Q u e s t i o n	A n s w e r
納品先から「データが読めない」と言われました。どう対処すればよいですか？	メディアの種類とフォーマット、先方の機材の OS、データファイルの形式など、データやり取りのための基礎情報に食い違いがないかをまず確認します。また、先方で出ているエラーメッセージや、初めて起きた症状なのかも確認し、原因を探します。
10GB のデータを、一番早く納品先に届ける方法は何ですか？	相手先との距離と、相手先とのネットワーク通信速度によって変わります。10GB のデータは、送り先との通信回線が安定して 30Mbps の速度が得られる場合、40～50 分で送ることができます。回線速度が安定しない場合、車やバイク便などで片道 1 時間程度なら、HDD に詰めて運ぶのが一番早いでしょう。
作業スタッフのパソコンがウイルスに感染したようです。どう対処すればよいですか？	ウイルス除去作業が終わるまで、そのパソコンは使ってはいけません。ネットワーク接続されている場合、他のパソコンへの感染を防ぐため、すぐにネットワークから切り離します。ウイルスを完全に除去するには、パソコンの OS を再インストールすることもあります。ウイルスの予防策として、社外とのメールやデータを頻繁にやりとりする端末には、必ずウイルス対策ソフトを導入します。全社一括でウイルス対策を取るのがベストです。
外注作業に出したデータが不正流用されそうで不安です。どう対処すべきですか？	外注作業を依頼する時は、データの管理を厳格に行うことや、違反した場合には法的措置が取られることなどを明文化し、ルールを守ってもらうことが重要です。また、インターネットに一度流出してしまったら、完全に回収することはまず不可能です。
サーバーが故障してデータが全て消えるような事態を防ぐには、どう対処すればよいですか？	バックアップがないとデータの復旧はほぼ不可能であり、消えたデータは作り直すほかありません。このような事故を予防するためには、バックアップが自動で行われるサーバーシステムを導入するのが理想です。RAID 機能をもった外付けハードディスクへの保管も効果的です。それが無理な場合は「どのデータを守らねばならないか」を決めて、大容量のメディアに定期的にバックアップをとるようにしましょう。

3. デジタル作画環境の整備

デジタル作画の環境を整えるためには、一般的な PC などの制作環境とソフトウェアが必要になります。これに加えデータの保全や確実な運用のためにはきちんとしたシステム管理が必要になります。本格的なシステム管理やネットワークなどのインフラについては、本マニュアルでは詳細は触れませんが、小規模なスタジオがデジタル作画の環境を整備するうえで課題となる点について解説します。

3.1 コンピュータと周辺機器の選定

このようなコンピュータを導入するかを選択するかは、環境整備の最初のステップです。デジタル作画ソフトの Web サイトでは、そのソフトウェアが必要とする、最低限の環境や推奨環境などの情報が提供されています。これらの情報をもとに最も適したハードウェアを選択します。

3.1.1 オペレーティングシステム (OS) の選定

コンピュータのハードウェアの選定に際して、オペレーティングシステム (OS) の検討が必要になります。現在入手可能なデジタル作画ソフトは Windows と Macintosh の双方の OS に対応しているものがほとんどです。ただし、混在させる場合はファイルのやり取りやアプリケーションのライセンスなどに注意が必要です。また、故障時には部品の交換が比較的容易にできる Windows PC のほうがメンテナンス性が高いという見方もできます。

どの OS を採用するかは、スタジオ内の他の部署や業務を共同ですることの多い関係先、システムに対して理解がある人の存在など、様々な要因があります。Macintosh には Windows もインストールできるため、両方の OS をインストールして切り替えて使用している例があります。しかし、周辺機器と接続する際などに不具合があることがあります。

要因の例：

- ・他の部署が使用している OS を利用
 - 仕上げや撮影などの部署で使用しているた、扱いになれたスタッフが存在
 - 信頼のある導入業者を継続して利用可能
 - スペックの高いコンピュータに買い替えた際に使い回し可能
- ・主に仕事を受注（発注）する企業が採用している OS を利用
 - データの受け渡しなどの際に問題を回避可能
 - メンテナンスについての知識を共有が容易
 - 障害の際に、一時的に端末を融通することが可能
- ・詳しいスタッフがいる OS を利用する
 - 障害の際に対応しやすい

3.1.2 本事業の研修で使った PC のスペック

本事業の研修では下記の仕様の Windows PC を使用しています。この PC の仕様はデジタル作画ソフト各社が提示している必要な環境を満たしています。一部のデジタル作画ソフトでは、仕上げと撮影業務までを一貫して行ったり、3DCG との連携機能を有しています。そのため、推奨スペックが高いものもあります。

導入の際はそれぞれのスタジオでどのように利用していくのかを検討したうえで、マシンスペックを検討していく必要があります。

アニメーション・デジタル作画人材育成研修 成果報告会 「デジタル作画研修における使用機材の説明」

■デジタル作画研修 使用機材セット

・デスクトップPC

DELL—OptiPlex3020

CPU:Core i5-4590 (クワッド コア, 3.30GHz)

メモリ:4GB (4GBx1) 1600MHz DDR3 非-ECC

OS:Windows8.1

モニター:DELL Professional P2214H 21.5インチワイドモニター LEDバックライト採用

参考価格:8万6,980円(税込)

・作画用ショートカット登録キーボード

LOGICOOL G13r

参考定価:13,640円(税込)

・作画用タブレット

Wacom—Intuos Pro Medium

参考価格:35,794 円(税込)

・デジタル作画ソフト/仕上げソフト

Celsys—STYLOS(RETAS STUDIO内に同梱)

Celsys—PaintMan(RETAS STUDIO内に同梱)

RETAS STUDIO 参考価格:ダウンロード版:30,000円(税込)

合計:16万6,414円(税込)

※上記価格は参考価格です。各社公式ホームページを参照致しました。



7

研修で利用した PC

3.1.3 コンピュータ導入の際に検討すべきスペック

研修で使用したコンピュータの仕様は、対象のデジタル作画ソフトの要件を儒文に満たすものでした。実際の導入に際してはこれらの仕様の中で、実際の業務の状況などをもとに各種のスペックを検討して導入していきます。各種スペックと性能との関連について下記に解説します。

(1) CPU (Central Processing Unit)

CPU はコンピュータの計算能力を左右する装置。CPU の性能はビット幅やコア数、クロック周波数などにより異なっています。CPU メーカーはビット幅やコア数が同じものを製品群 (シリーズ) として名称を付けています。CPU の性能が上がることで計算の速度が上がるため、大きなファイルの書き出しなどの際に高速になります。また、3DCG や合成などのレンダリング処理なども高速化できます。

CPU は購入した後に容易に変更や高性能化が難しいため、選択には注意が必要です。

(2) RAM (Random Access Memory)

RAM はコンピュータの主記憶装置やメインメモリーと呼ばれます。CPU が直接高速にデータの受け渡しをする記憶装置です。ソフトウェアでは、主に必要な容量が示されています。容量が少ないと、ソフトウェアの起動に時間がかかったり、大きな画像ファイルなどを開くことができないこともあります。

RAM はコンピュータ側にスロットがあり、そこに差し込まれています。空きスロットがあれば、あとから追加で増設可能です。また、すでに装着されているメモリを、対応している高性能品や大容量品に交換することもできる。どんなメモリが使用できるかについては、コンピュータの仕様やマザーボードの仕様により異なるため確認が必要です。

(3) HDD (Hard Disk Drive) または SSD (Solid State Drive)

HDD も SSD もともに、ソフトをインストールしたり、制作したデータや加工するための素材データを保存する記憶装置です。ソフトウェアが必要としている空き容量を最低限確保する必要があります。HDD の回転速度や HDD や SSD の転送速度はソフトウェアの起動や、ファイルの読み込みや書き出しに影響を及ぼします。

HDD も PC 購入後に増設は十分可能です。しかし、電源をある程度消費するため、PC の電源装置に十分な空きがあるかを確認する必要があります。また、USB などを利用して外付けの HDD 製品を利用することもできます。こうした外付け製品の中には電源を別のタップからとることができるため、PC の電源に負荷をかけずに利用することもできます。

また、ネットワークにデータを保存することが前提になる場合は、個々の PC の HDD にはそれほど容量が必要になりません。

(4) グラフィックカード

処理を高速化するために GPU (Graphics Processing Unit) が搭載されている。GPU はディスプレイへの表示を担う VRAM を搭載しコンピュータの画像処理を行う集積回路です。安価のコンピュータやノート型端末の場合は、特別なグラフィックカードを利用せず、CPU が持つ GPU 機能を利用するものが多いです。ソフトウェアによっては動作環境として製品群の指定や VRAM 容量などのスペックを指定することがあります。

グラフィックカードは交換したり、あとから追加して PC に設置することも可能です。ただし、HDD 同様に電源の容量には注意が必要です。

3.1.4 周辺機器の選択

(1) ディスプレイモニタ

現在主流になっているディスプレイモニタの多くは液晶ディスプレイです。液晶ディスプレイは画面のサイズ、解像度(画素数)、色再現 (sRGB や AdobeRGB 対応)、ダイナミックレンジなど様々なスペックがあり、値段も実に様々です。特に最近では画素数が多く、色再現能力の高いディスプレイも多く発売されています。

デジタル作画ではそれほど色再現を厳密に考慮する必要はありません。そのため、色再現性に優れた製品を選ぶ必要はありません。スタジオによっては、紙の作画机も残してコンピュータを設置するケースもあるため、サイズを考慮した機種選定が重要です。同じ画面サイズであってもベゼル (フレーム) が大きかったり、スタンドが大きかったりしたために予想以上に場所をとることもあります。設置環境が設置場所を考慮したうえで、適切な画面サイズのディスプレイモニタを選択します。制作の現場でもフル HD 制作が一般化しているため、これらの素材が確実に確認できるような画素数を持った製品を選択するとよいです。色再現性についてはそれほど厳密には求めませんが、極力同一機種にしておいたほうがメンテナンスが容易になります。

一方で、色指定や撮影までを兼ねて使用する場合は、色再現性に優れたモニタを選択しておく必要があります。

(2) タブレット

タブレットには液晶画面のついた「液晶タブレット」と液晶のない通称「板タブレット」があります。本研修ではいたタブレットを使用しました。液晶タブレットはペンの位置にダイレクトに線が描けるため、紙と同じような視線や姿勢で作画するという点で紙に近い感覚で導入しやすいと考えられています。ただし導入価格は 10 万円前後からのため、やや初期投資が大きいです。一方で、板タブレットは線が描かれる場所 (ディスプレイ) とタブレットが離れているためにやや慣れが必要と考えられます。価格的には 3 万円程度からのため比較的安価で手に入ります。

実際の導入についてですが、これまでの研修の経験ではどちらの方式のタブレットを用

いても「なれ」の問題で、スピードにも感覚的にも問題なく利用可能であることが報告されています。板タブレットを使うことで背筋が伸びた姿勢で作業することができるなどのメリットもあります。

(3) キーボード

デジタル作画ソフトではいくつかのキーボードのショートカットを利用します。通常のキーボードだと配置の関係からキーを押すのにやや押しづらいこともあります。そのためゲーム用の特殊なキーボードを導入し高速化を図っています。

3.2 ソフトウェア

3.2.1 デジタル作画ソフトウェア

現在は、デジタル作画用のソフトウェアとして、国内外の複数のソフトウェアが使用されています。スタジオにとって、実際にどのソフトウェアを導入するかは、非常に悩ましい課題です。現時点はどれかのソフトウェアに業界が集約されるような状況ではありません。各社がそれぞれのツールの特徴を引き出しながら様々なトライアルを実施している段階です。本書では具体的なソフトウェアを掲げて論ずるようなことはしませんが、運用上の注意や選択するうえで考慮する点などについて説明します。

(1) 価格と Edition

現在デジタル作画ソフトの価格は 30,000 円程度から 20 万円弱まで幅があります。ソフトウェアによってはいくつか **Edition** があり、機能が限定されているものもあります。制作体制を構築する際に、実際に行う作業によって必要な **Edition** が異なることがあります。適切な **Edition** を選択できれば、初期投資を抑えることができます。一方でイレギュラーな事態が発生した時に、ある作業ができる端末の台数が限られていることがネックになることもあります。十分な検討が必要です。

現時点ではどのソフトウェアに集約されるかについては未知です。まず、紙からタブレットへ変更するための訓練ということであれば、安価なソフトウェアや安価な **Edition** を利用するという選択肢もあります。紙からタブレットへ移行するにはある程度の期間が必要ですが、ひとつのソフトウェアでデジタル作画ができるようになってから他のソフトウェアに移行するのはそれほど問題がないということもあります。

(2) バージョンについて

同じソフトウェアであってもバージョンによって使える機能が異なったり、古い（新しい）バージョンのファイルが利用できないこともあります。制作に入る際には、制作チーム内のソフトウェアの種類で明けでなく、バージョンの違いについても確認が必要です。ソフトウェアのバージョンについては統一することが望ましいですが、複数の作品が同時

に走っている場合などは、統一が困難なこともあります。その場合は、事前にテストを行いバージョンの違いによる影響がないかどうか確認する必要があります。また、劇場作品やテレビシリーズなど、制作期間が長い作品は、途中でソフトウェアのバージョンが上がることがあります。もちろん、機能が高度化し制作が効率化することもあります。それによりこれまで問題なくできた連携ができなくなることもあります。制作ソフトウェアに関しては必ずしも最新版ではなく、制作チームの中で整合性をとりながら、指定されたバージョンで制作していく必要があります。

(3) 複数のコンピュータへのインストール（ライセンス契約の確認）

ソフトウェアによってはライセンスの運用形態が大きく異なります。他のコンピュータにソフトウェアを移動する際に、一度ライセンスを返却する必要があるソフトウェアもあります。また、1ライセンスに対して同時に利用しない条件で、2台にインストールが許可されている場合もあります。個人で導入した場合やパッケージで導入した場合はこれらのライセンス規約をしっかりと読んで、規約を破ることの内容に注意することが必要です。

また、スタジオ全体でライセンスを管理するケースもあります。ネットワークライセンスの場合は、インストールする台数には制限はありませんが、社内にライセンス管理用のサーバーを用意して、そのサーバーにアクセスし、許諾されたライセンス数を超えた場合はソフトウェアを起動できない仕掛けになっているものもあります。ライセンスサーバーのメンテナンスを怠ると、思わぬトラブルになることもあります。

ライセンス違反は犯罪行為です。場合によっては巨額の損害賠償請求を招きスタジオそのものの存続にも影響しますので注意が必要です。

3.2.2 デジタル作画ソフトウェア選択の基準

先にも述べたとおり現時点では、どのソフトウェアが主流になるか歓談することは難しいです。そのため、自社の状況に合わせて適切なソフトウェアを導入していくことが望ましいです。下記にいくつかの判断になる基準についてまとめます。

(1) マニュアル、書籍

ソフトウェアを習熟するためには、ソフトウェアのマニュアルや関連書籍の有無は重要な要素になります。マニュアルが充実しているソフトウェアを選べば、ある程度個人でも知識の習得ができますし、トレーニングもできます。海外のソフトウェアなどでも充実した日本語マニュアルを整理して対応している場合があります。また、一部のソフトやプラグインなどは日本語版の詳細なマニュアルが少ないケースもあります。これら習得環境が良いソフトウェアを選ぶことで、導入が容易になります。

(2) サポート

ソフトウェアに何らかの不明点が見つかり、解決しなければならない時には、マニュアルや Web などに対処法を検索します。それでも解決しない場合は、ソフトウェアの開発元や代理店に問い合わせることになります。そうしたサポート体制も重要になります。

さらに、アニメーション制作の方法論は多岐にわたっており、各社がより高度な表現の追及のために様々な工夫を凝らします。そのため、デジタル作画ソフトウェアが通常想定していないような利用方法やワークフローで作品を制作することもあり得ます。そうした際にソフトウェアの操作や拡張などに対して、十分な情報をいかに早く得ることができるかも重要な要因になり得ます。開発が海外になっているソフトウェアもありますので、スタジオのスタッフが英語に堪能でない場合は、開発元や代理店で日本語対応できる知識が十分なサポートスタッフがいるかどうか重要です。

すでに撮影ソフトや 3DCG ソフトウェアなどを導入している開発元や代理店であれば、それまでの対応などについてスタッフが経験しています。それも判断基準に入れることで、様々な場面で導入のトラブルを軽減できます。

(3) トレーニング

ソフトウェアの習得のためにはマニュアルや書籍のほかにも、メーカーや代理店、教育機関などが実施するトレーニングプログラムがあります。実際にトレーナーがハンズオンでソフトウェアの利用方法を教えることで、習得効果が高まります。これらのトレーニングプログラムが充実しているソフトウェアはスタッフの技術習得において利点があります。トレーニングプログラムは期間や価格がさまざまですので、これらを参考にして選択するとよいでしょう。

また、すでにスタッフがいずれかのソフトウェアに習熟している場合などは、そのソフトウェアに関して社内での勉強会の開催なども期待できるため、選択の要因ともなり得ます。ただし、トレーニングは負荷のかかる業務ですので、こうしたスタッフに過度に期待してはいけません。業務量を調整しながら、期間を限定し育成にも参加してもらうなど、事前に決めておくが良いです。

(4) 現存資産の利用

スタジオによっては、過去にいずれかのソフトウェアに関連したソフトを所有している例もあります。こうしたソフトウェアをアップデートすることで安価に導入できることもあります。また、他の部署がこれまで使用していたコンピュータを流用する場合は、要求する動作環境が低いソフトウェアを選択し、初期の設備投資を抑えることもできます。

(5) 関連会社の状況

劇場作品やテレビシリーズのアニメーション制作を社内で完結させることはほとんどあ

りません。物量やスケジュールの関係から、必ず他のスタジオへ発注したり、受注したりすることが起こりえます。現時点では、デジタル作画ソフトウェア間での作画データに互換性はありません。そのため、汎用的な画像ファイルとして受け渡しをすることになります。そのため、仕事の受発注関係においても同じソフトウェアを利用していることは発注先を選択するうえで重要な要因になってきます。これまで仕事の多くを発注してくれてきたスタジオが採用しているソフトウェアと同じものを導入することで、今後も業務の発注を受けることが期待できます。

同様に、元請スタジオも自社の使用するデジタル作画ソフトウェアと同じソフトウェアを利用してくれるスタジオを探すことになります。そのため、場合によっては発注先のスタジオに自社と同じデジタル作画ソフトウェアの導入を促し、トレーニングやサポートをするという体制も出てきています。デジタル作画の導入に際して、指導を受けやすいというのは大きな選択の要因となり得ます。

(6) 必要な機能の検討

デジタル作画ソフトによっては、作画以降の、仕上げや場合によっては撮影工程についても高い機能を持つソフトウェアがあります。また、3DCG素材の読み込みなどに対応しているソフトウェアもあります。スタジオで実際に使用する機能や将来使用する可能性のある機能を見極めて導入する必要があります。

(7) 他のソフトウェアとの連携

現時点でデジタル作画ソフトウェア間ではデータに互換性がないことはすでに述べました。一方で、ソフトウェアによっては3DCGソフトウェアとの連携機能など、他の工程との連携を意識したものもあります。制作する作品によってどのような手法をとるのか決まりますが、こうした外部のソフトウェアとの連携の有無やその機能についても検討が必要です。

3.3 制作を下支えする機材や環境の整備

デジタル作画のためには基本的にはコンピュータとソフトウェアがあれば十分ですが、実際に制作を進めるにあたっては、様々な機材や環境の整備が必要です。ここではそれらについて簡潔に触れます。

3.3.1 周辺機器

(1) イメージスキャナ

すべての作業工程をデジタルにすることが理想ですが、どうしても紙の素材を受け取りコンピュータにスキャンしてからデジタル化するケースも想定されます。具体的には原画の一部または全部を紙で作画し、動画工程以降をデジタル作画するケースなどです。これ

まで仕上げ業務や背景スキャン、線撮などの業務を実施していれば、スタジオ内にスキャナがあるはずですので、それらを利用することになります。もし、これらを導入していなければ、導入について検討するか、発注元（発注先）と相談して、スキャニングを担当してもらおうようにするか、同等のスキャナを導入する必要があります。スキャナも電子機器ですので、トラブルがあった場合は、作業がそこで止まってしまいます。予備の機材を用意したり、不具合が生じた時にすぐに対処できるように準備が必要です。

(2) プリンタ

スキャナと同様に、制作工程の中で紙での作画が混在する場合はプリンタも必要になります。原画をデジタル作画したものを、紙に出力し紙で動画作業を行うケースなどです。こちらも作業が滞らないように、日々メンテナンスを行ったり、消耗品の補充に気を配る必要があります。

3.3.2 データ保存のための装置

(1) ファイルサーバー、バックアップ

制作にかかわるデータを保管するためには様々な方法があります。個人の制作であれば、コンピュータの HDD に保存すれば問題ありませんが、多くのスタッフが分担して作業する場合、作業に必要な素材を保存したり、作画した作業結果を保存するための保存場所が必要になります。一般にはファイルサーバーやストレージと呼ばれます。必要な容量については、スタッフの人数や同時に進行するプロジェクトの数量によって異なります。増設が可能なシステムであれば、その後のスタッフや業務の増加に柔軟に対応することができます。また、ファイルサーバーそのものがトラブルを起こすと重大なトラブルになります。ファイルサーバーは信頼性の高い製品を利用する必要があります。のちに述べる電源工事も重要です。サーバーに安定的に電源が供給できるようにする必要があります。また、停電や落雷などのトラブルからデータを保全するために、無停電電源を設置するなどの対策も重要です。それでも万が一の障害は生じますので、定期的なバックアップや RAID などにより、同じデータを複製し、トラブルがあってもすぐに対応できる仕組みを用意することが重要です。

(2) RAID

RAID は、複数のハードディスクを 1 つのディスクとして使う「ディスクアレイ」の一種で、Redundant Arrays of Independent Disks の略語です。単体のハードディスクでは、ファイルサーバーに求められる高い信頼性は得られないため、RAID 構成とするのが普通です。大規模なサーバーでは非常に大掛かりな RAID 構成が使われます。

RAID を使うと、単独のハードディスクでは得られない高い信頼性・耐故障性・大容量・読み書き性能などが得られます。RAID のタイプにはいくつかの種類があります。

表 RAID の種類と特徴

種類	特徴
RAID 0	<ul style="list-style-type: none"> ・ ストライピングとも呼ばれる ・ 複数のハードディスクにデータを分散して同時に書き込み・読み出し ・ 各ハードディスク容量の合計が全体の容量になり、読み書きが高速 ・ ハードディスクを増やすほど、容量も速度も向上 ・ ハードディスクの故障に非常に弱く、1台のハードディスクが故障しただけですべてのデータが失われる
RAID 1	<ul style="list-style-type: none"> ・ ミラーリングとも呼ばれる ・ 同じ容量のハードディスクを2つ使い、両方に同じデータを書き込むため、片方のハードディスクが故障してもデータが守られる安全性の高さが特徴 ・ ハードディスクの合計容量の半分しか利用できない
RAID 5	<ul style="list-style-type: none"> ・ 複数のハードディスクに分散してデータを書き込み、その際にパリティと呼ばれるデータを作って、一緒に書き込む ・ 1つのハードディスクが故障してもパリティから元のデータを復元できるため、耐故障性に優れている ・ RAID 1 よりもディスク容量を有効に使える ・ データが分散しているため高速に読み出し可能 ・ 信頼性・容量・速度をバランスよく得られる ・ パリティ生成処理が必要なため、書き込み速度はあまり速くない ・ ハードディスクが1台故障したら、直ちに新しいものに交換が必要
RAID 6	<ul style="list-style-type: none"> ・ RAID 5 を発展させた形式 ・ RAID 5 のパリティを2重に作ることで、さらに高い信頼性が得られる ・ ハードディスクが同時に2台壊れても、データを失うことはない ・ RAID 6 を採用した装置が増えている

・その他

RAID 装置が運転中であっても、故障したハードディスクを交換できるホットスワップ機能や交換用のハードディスクをあらかじめ RAID 装置に装着しておくホットスペア機能などがあればより堅牢なファイルの保存が実現します。

RAID 装置には、各ハードディスクにデータを割り振ったりパリティ計算などを行う「RAID コントローラ」という回路が内蔵されます。もし RAID コントローラが故障すれば、たとえハードディスクが正常でも RAID は正しく動作できず、データの損失などの重大な事故を起こします。RAID をさらにバックアップする仕組みの検討も必要です。

(3) ファイルサーバーの選択

・容量の計算

ファイルサーバーの導入に際しては、作品のプリプロダクション段階でデータ量を見積もり、ファイルサーバーの選定を始めなければなりません。

また、過去の制作記録をできるだけ残しておきましょう。制作素材がどの程度の容量を消費するかを予測するための資料になります。

・入出力のスピード

大規模な制作高速なディスク装置と、ギガビット・イーサネットなどの高速な LAN インターフェースが重要です。ギガビット・イーサネットを 2 本以上束ねて、さらに入出力性能を高めている製品もあります。

ファイルサーバーの能力が高くても、サーバーとコンピュータの間の通信が遅ければ意味はありません。社内 LAN にも高速の LAN スイッチを導入するなど対策が必要です。

・現実に見合った性能を選ぶこと

小規模の制作体制や、コストがそれほどかけられないような場合は、入出力スピードにはある程度目をつぶり、必要な容量があれば十分、とする考え方もありえます。

・信頼性

ファイルサーバーは 24 時間 365 日ノンストップで運転され、常に性能を維持することが求められるため、高い信頼性とメンテナンス性のよさが求められます。

作品制作で用いられるテラバイト級のファイルサーバーが、事故によりデータをすべて失えば、作品制作に甚大な被害が及びます。経理・会計など経営情報が保存されるファイルサーバーがクラッシュすれば、会社の経営そのものに深刻な影響を与える恐れがあります。

・設置場所

高信頼性が要求されるファイルサーバーは、室温が 20 度程度に保たれ、人の出入りがほとんどない、専用のサーバールームに設置すべきです。部屋を冷却するためのエアコンも、万一の故障に備えて 2 基以上設置すべきでしょう。

(4) バックアップ装置

高信頼性のファイルサーバーでは、万一の事故によるデータ損失に備えてバックアップの仕組みをつけるのが普通です。

- ・テープによるバックアップ

テープは大変高い密度でデータを記録できるため、ファイルサーバーのバックアップ装置として多く使われています。

- ・HDDによるバックアップ

ハードディスク（特にATAディスク）の低価格化が進んだこともあり、バックアップをテープではなく、別のディスク（RAID）に取る事例が増えています。必要なバックアップディスクの容量は、ファイルサーバーのメインディスクと同程度か、その2～3倍以上が必要です（サーバーの機種によって異なります）。

- ・LAN上のほかのファイルサーバーへのバックアップ

LANを通して、他のファイルサーバーのディスクにバックアップを取る方法があります。バックアップは手動で行うか、市販のバックアップツールなどを使って行います。

データの量がある程度以下なら有効な方法ですが、テラバイト級のファイルサーバーの全データをバックアップ対象にするのは、転送時間がかかりすぎるために現実的ではありません。

- ・遠隔地へのバックアップ

万一の災害を考慮し、遠隔地にバックアップテープを運んで保管したり、遠隔地に同じファイルサーバーを設置して通信回線で日々のバックアップを行うやり方があります。しかし、大変コストがかかります。

（5）ヒューマンエラー対策

RAID装置は、ハードディスクの故障など物理的なトラブルに強い仕組みですが、「データを誤って削除してしまった」など、人間が起こしたヒューマンエラーには無力です。Lほかのファイルサーバーなどにバックアップを取っていれば、誤消去する前の古いデータが残っているかもしれません。また、ファイルサーバーによってはディスク上の過去のデータを一定期間保存する「スナップショット」という機能を持つものがあります。

3.3.3 ネットワーク

(1) ネットワークの必要性

デジタル作画においてもネットワークの存在は重要です。ソフトウェアによってはインストールの際にインターネットでアクティベーションするものや、起動の際にライセンスサーバーにアクセスするものもあります。

また、ある程度の規模のスタジオになれば複数人でデータを共有して作業をすることが一般的になります。その際にはファイルサーバーに頻繁にネットワークにアクセスして、大量のデータの読み込みや書き出しを行うことになります。またこれらのサーバが社外にあった場合は、社外へのアクセスが頻繁になります。

そのほか、外部の企業との受発注が生じた場合はデータの納品に際して、ネットワークを利用することも考えられます。ここでは、社内ネットワークの整備と外部とのネットワークについて分けて述べます。

なお無線ネットワークを利用する例も考えられますが、速度が遅く接続の品質が安定しないほか、傍受の危険性もあるため、素材データの受け渡しのための回線として利用は推奨しません。スケジュール管理やメールのやり取りなどをする端末に限定するなどの配慮が必要です。

(2) 社内ネットワーク (LAN)

社内でデータのやり取りを行うためには社内に LAN (Local Area Network) を敷設します。作品制作に必要な大量のデータを LAN 上でやり取りしたり、LAN 上のファイルサーバーに蓄積して共有することで、制作効率を高めることができます。

現在ではギガビット (1Gbps) の速度を持つ高速 LAN が普及しています。以前からネットワークを利用している場合は、100Mbps の LAN が敷設されていることもあります。転送速度の違いが大きいため、確認し必要があればより高速な LAN を敷設するとよいです。交換する際は、社内のルーターやハブなどの機器のほかにすべてのケーブルを対応している製品にする必要があります。フリーアクセスなどで敷設している場合は、大掛かりな作業になるので注意が必要です。また、将来的にはさらに高速な LAN の普及も予測されます。これらを想定し、さらに上位の規格でも対応可能なケーブルを敷設するとその後の対応が容易になります。ただしコストがかかるのと LAN のケーブルそのものは消耗品であるため、注意が必要です。

LAN を効率的に利用するには、社内ネットワーク上でデータ流量の多い部分を調査した上で、混雑しているところから順に高性能な機器を設置します。また、その際にジャンボフレーム対応の機器かどうかも考慮に入れます。

(3) 拠点間の通信（専用線）

専用線は、決まった相手との間でだけ通信できる独自の回線です。敷設工事は通信会社に依頼します。専用線による拠点間通信は、ただちに社内 LAN の一部として使うことができます。安定した高い通信速度が得られ、たとえば 100Mbps の専用線は、ほぼ 100Mbps の LAN と同等の性能で利用することができます。ただし、コストと、運用の手間がかかります。

メリット

- ・高い通信速度と、安定した回線品質
- ・通信会社によるさまざまなサービスが受けられる
 - 回線状態監視、事故の際の迅速な復旧工事、代替回線
- ・インターネットに接続しないため高セキュリティ
- ・拠点をまたいだ社内 LAN をすぐに構築できる

デメリット

- ・費用が割高
 - ブロードバンド回線の 10 倍以上になることもある
 - 長期使用契約を要求されることがある（最低 1 年間など）
- ・回線を引くための工事や、手続きが面倒

(4) 拠点間の通信（インターネット）

ブロードバンドの回線整備が進み、ADSL・光ファイバ・CATV・無線などでインターネットに高速接続できるようになりました。これらブロードバンド回線は、拠点間のデータ通信にも応用することができます。

メリット

- ・月額数千円程度と安価で、簡単に導入できる

デメリット

- ・回線の通信速度が不安定、時間帯や混雑度で大きく変わる
- ・専用線のような緊密な保守サービスがほとんどない
- ・セキュリティ対策が必須（ウイルス、不正侵入など）
- ・LAN のような使い勝手を実現するのが面倒（VPN などが必要）
- ・通信量が多くなると通信制限をかける ISP（プロバイダ）がある

(5) インターネット VPN

VPN（Virtual Private Network, 仮想閉域網）とは、公共のネットワークの上に、高度な通信技術を使って仮想的に作る専用線です。

インターネットに接続した拠点のそれぞれに VPN ルータを設置し、仮想的な専用線を作る方法は、特に「インターネット VPN」と呼ばれ、格安なブロードバンド回線と組み合わせて使われます。VPN ルータは、通信を暗号化し、専用線なみのセキュリティを確保する装置です。価格も以前と比べて安価になっています。インターネット接続用のファイアウォール製品に VPN ルータ機能が含まれることが多く、インターネット接続と拠点間通信の両方でセキュリティを守る手段として幅広く利用されています。

メリット

- ・ 本物の専用線に近い，高いセキュリティ
- ・ 専用線より格段に安く実現できる

デメリット

- ・ VPN ルータには適切なセキュリティ設定が必須
 - ただ設置しただけでは必ずしも安全ではない
- ・ 拠点間の転送速度にさまざまな制約がある
 - VPN ルータの性能，回線状況
- ・ さまざまな VPN ルータの相互接続性

(6) ネットワークサービスの活用

ネットワークインフラの整備により、クラウドコンピューティングの一環として様々なサービスがネットワークを介して提供されています。クラウドコンピューティングでは、従来スタジオや個人が準備し、管理していたコンピュータやソフトウェア、データなどを、ネットワーク上に配置し、それらを Web ブラウザなどを介して利用できます。これらをうまく活用することで、従来はハードウェアやソフトウェアなどの初期投資やメンテナンスが必要であった制作環境を、より安価に快適に整備することができます。

・ ストレージサービス／ファイルサーバーサービス

ファイル保管サービスです。インターネットのサーバー上にデータを保存し、利用者からはコンピュータ上のフォルダからアクセスするように利用できます。一定の容量まで無料で利用できたり完全に無料で利用できるケースもあります。制作のために、ファイルを複数人で共有し日々更新するような場合は、速度を重視しサービスを選択します。また、すでに終了したプロジェクトのデータのアーカイブや、重要なデータのバックアップなど様々な利用方法の場合は、速度よりも容量や料金を重視してサービスを選択します。その他にも様々な事情が想定されますので、サービスの内容や料金、速度などを確認し、用途に合ったサービスを選択します。

- ・ファイル転送サービス

大きなファイルの受け渡しの際には、従来 FTP や SFTP などのファイルサーバーを利用する必要がありました。ファイル転送サービスはこうした大容量のファイル転送を提供するサービスです。無料で利用できるものもあり、転送できるファイルサイズや保存期間はサービスごとに異なっています。ストレージサービスと異なり、ファイルを恒常的に保管するためのサービスではないため、区別して利用する必要があります。

- ・レンダリングサービス

2次元や3次元CGの処理には、CPUの計算処理能力が必要になりことがあります。そのため、ある程度の規模で作品制作を行う場合は、会社内や遠隔地などにレンダリングのみを実行するためのコンピュータとしてレンダリングサーバーを構築します。レンダリングサービスはネットワークを介して、レンダリングサーバーを利用するサービスです。デジタル作画では利用するケースは少ないですが、撮影や3Dパートで利用することが考えられます。レンダリングの際には、ソフトウェアによっては、サーバーにソフトウェアをインストールする必要があるものも存在します。

3.3.4 受け渡しメディア

デジタルアニメーション制作の現場では、バックアップ、データの運搬、アーカイブ保管などのため、さまざまなデータメディアが使われています。データメディアの特性を正しく知り、目的に合ったメディアを選択しましょう。

特に、データの運搬に使うときは、データをやり取りする相手が利用できるメディアかどうか確認が必要です。また、機器ごと運搬する場合には、相手のコンピュータの接続インターフェースやファイルシステムをしっかりと確認しておきましょう。

(1) 受け渡しメディアに求める要件

データやり取り用のメディアとしては、次のような特性があることが望ましいです。

- ・大容量
- ・小型で軽量
- ・メディアが安価
- ・読み出し装置が安価（光ディスクやテープなど）
- ・取り扱いが簡単
- ・衝撃に強く、物理的に壊れにくい
- ・入出力性能に優れ、短時間で読み書きできる
- ・データの信頼性や互換性が高く、納品先で問題なく読み出せる
- ・紛失・盗難などに備えたセキュリティ機能を持つ

(2) 主要なメディアの種類

・外付けハードディスク

外付けハードディスクは非常に大きな容量を持ち、かつ性能進化のスピードが速いメディアです。また高いデータ転送能力と、ほとんどのパソコンが持っている USB や FireWire のインターフェースで簡単につながることができる利便性も持っています。1GB あたりの価格も安く、「容量・速度・使いやすさ・価格」を高いレベルで満足します。最近では、暗号化などのセキュリティ機能を持つ製品も増えています。

ただし、ハードディスクは精密機械であるため、衝撃ですぐに故障し、記録した膨大なデータが一挙に失われるリスクがあります。

・DVD メディア

DVD メディアには DVD-R, DVD-RW, DVD-RAM など様々な種類があります。データの運搬に広く使われる主力メディアの 1 つで、1 回だけ書き込み可能なものから書き換え可能なものまでさまざまあります。受け渡しだけでなく、アーカイブ用途にも用いられます。特に DVD-R はほとんどの DVD 系ドライブで読み出すことができる互換性の高さと、DVD 系の記録メディアでもっとも安価であることから、定番の記録メディアと定着しています。

・BD 系メディア

DVD 系メディアよりさらに大容量の BD (Blu-ray Disc) 規格の記録メディアが普及しつつあります。メディアは 1 回だけ読み書き可能な BD-R と、繰り返し読み書き可能な BD-RE の 2 種類があり、どちらも 1 層 (25GB) と 2 層 (50GB) のものが市販されています。

・USB フラッシュメモリ (USB メモリ)

USB フラッシュメモリは、小さなケースにフラッシュメモリと USB 端子や電子回路を詰め込んだもので、数百 MB~1TB のものが販売されています (2016 年 2 月現在)。

パソコンの USB 端子に直接つながられるうえに、読み書きが高速、大容量、小型、です。最近では、暗号化などセキュリティ機能を持つ製品も増えています。

・外付け SSD (ソリッド・ステート・ドライブ)

SSD は、フラッシュメモリをハードディスクとほぼ同じ外形に詰め込んだ記憶デバイスで、シリコンディスク、半導体ディスク、メモリディスクなどとも呼ばれます。

USB フラッシュメモリよりも大容量で、外付けハードディスクと同じ使い勝手の外付け SSD が販売されており、数十 GB~2TB 程度の製品があります (2016 年 2 月現在)。

・その他

複数のメディアの価格、速度、容量、携帯性、安全性を比較した図を示します。

表 受け渡しに利用するメディアの比較表
(参考「入門 CG デザイン -CG 制作の基礎- [改訂新版]」)

名称	特徴	容量	低 価 格	高 速 性	大 容 量	携 帯 性	安 全 性
ハードディスク (HD)	システムやアプリケーションソフトをはじめコンピュータで処理されるデータを格納。	～10TB	○	○	◎	○	○
コンパクト フラッシュ	ATA メモリカードと同じ機能のひと回り小さいフラッシュメモリカード。	～512GB		◎		◎	
SDHC	大容量，高速化された SD メモリーカード、小型の miniSDHC，microSDHC も存在。 Class10 は 10MB/sec 以上を保証。	～32GB		○		◎	
SDXC	SDHC をさらに大容量化，高速化。小型の microSDXC も存在。104MB/sec の転送速度の製品も存在。	～512GB		○	○	◎	
USB メモリ	USB のポートに差し込むだけで、手軽にファイル保存可能。	～数 TB	○	○	○	◎	○
Flash SSD (Flash Solid State Drive)	Flash メモリを用いた SSD。HDD と比較して消費電力が低く、発熱が少なく耐衝撃性も高い。モバイル PC やサーバーなどで採用。	～4TB		○	○	○	○
CD-R/RW	1 枚単位で作成することが可能であり，少量のコンテンツを配布する場合に効果的。	～700MB	◎			◎	
DVD-RAM	大容量ストレージ向けに規格化された DVD ディスク。DVD-ROM とは互換性はない。	片面 4.7GB 両面 9.4GB	◎			○	
DVD-R/RW	DVD-Video オーサリング用として書き込み可能な DVD ディスク。業務用の DVD-R for Authoring と一般向けの DVD-R for General がある。	片面 4.7GB 両面 9.4GB 片面二層 8.5GB	◎			◎	
DVD+R/RW	DVD-Video オーサリング用として書き込み可能な DVD ディスク。DVD プレーヤでの再生に必要な互換性を高めている。	一層 4.7GB 二層 8.5GB (片面)	◎			○	
ブルーレイディスク (Blu-ray Disc)	青紫レーザー光を使用した。HD 映像の長時間の録画・再生をアピールする大容量メディア。BD-ROM，BD-R，BDRE などがある。	～25GB (1 層) ～50GB (2 層)	◎		○	◎	

3.4 セキュリティ

3.4.1 セキュリティの必要性

コンピュータとネットワークを利用して作業する以上、情報に対するリスクが必ず存在します。適切なセキュリティ対策を講じないまま、安易にデータのやり取りをしたりネットにアクセスする行為には、次のような深刻な問題を起こす危険性があります。

インターネットを介して受ける不正行為の例：

- ・コンピュータウイルスなどへの感染
- ・パスワードやデータの盗聴
- ・サーバーなどへの不正アクセス、クラッキング
- ・迷惑メール
- ・Web サイトの改ざん
- ・詐欺サイトへの誘導

人的ミスや不正行為によって起こる問題の例：

- ・メディアやパソコンの紛失・盗難
- ・機密情報や個人情報の誤送信
- ・ソフトウェア、作品素材、その他著作物の不正コピー

発展する事態の例：

- ・重要なデータの損失と、業務の重大な支障やスケジュール遅延
- ・重大な機密情報の漏洩（制作途中の素材データ、企画書、受発注情報など）
- ・個人情報の漏洩
- ・詐欺被害に遭う

図 セキュリティに関わる問題とそれによっておこる事態の例
(参考：「デジタルアニメマニュアル 2009」)

3.4.2 ネットワークセキュリティ対策

現在では、多くの省庁・法人・団体・メーカーから、コンピュータセキュリティ上の脅威や、その対策マニュアルなどの情報が公開されています。新種のウイルスや新手の攻撃手法など、セキュリティ上の脅威は日々変化しています。最新のセキュリティ情報をもとに対策する必要があります。

ウイルスなどのセキュリティ対策は、利用者個人へのリテラシーとして、実施すべきものと、制作環境として企業単位で対策をとるべきものがあります。ここでは、主にアニメ制作会社が企業としてとるべき対策について示します。

表 ネットワークセキュリティ対策の例（参考：「デジタルアニメマニユアル 2009」）

対策	特徴、注意点
ファイアウォールとセキュリティ対策アプライアンス	<ul style="list-style-type: none"> ・ファイアウォールはクラッキング対策として社内 LAN とインターネットとの接続点に設置 ・セキュリティ対策アプライアンスは、VPN 機能、不正アクセスによる侵入の検知、ウイルス対策、迷惑メール対策などに対応した製品の総称 ・購読契約を結び、最新のセキュリティ性能を常に維持
ウイルス対策・スパイウェア対策ソフト	<ul style="list-style-type: none"> ・もっとも安価な対策の 1 つ ・導入後は必ずアップデート情報の購読契約を結び、最新のセキュリティ性能を常に維持 ・スパイウェア対策やウイルス対策などをひとまとめにしたセキュリティソフトがある
盗聴対策	<ul style="list-style-type: none"> ・専用線を用いる ・VPN を利用する ・データを暗号化して送受信することでインターネットを利用して対策可能
セキュリティホール対策	<ul style="list-style-type: none"> ・不正アクセスや、ウイルスなどの悪質ソフトの攻撃は、OS、サーバ、ソフトなどのセキュリティ的な欠陥（セキュリティホール）を標的にする ・メーカーは、のアップデート（パッチ）の情報をもとにセキュリティを最新の状態に保つ ・Web サーバーやメールサーバ、ファイアウォールなどは特に注意（使用していないポートをふさぐなど）
自動アップデート機能の利用	<ul style="list-style-type: none"> ・規模の大きな会社では最新のアップデートを適用するには膨大な作業が必要 ・セキュリティ情報の自動更新の機能を活用 ・自動で再起動するものもあるので注意が必要

3.4.3 オンサイトセキュリティ対策

ネットワーク経由ではなく、様々な記録メディアを通じてウイルス等に感染するケースもあります。感染したコンピュータがネットワークにつながっていれば、ネットワーク経由で感染した場合と同じような被害を受けます。

表 オンサイトセキュリティ対策の例（参考：「デジタルアニメマニュアル 2009」）

対策	特徴、注意点
メディアのウイルス対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ USB メモリや外付け HDD, DVD-R などのやり取りが必須 ・ メディアを介したウイルス感染に注意が必要 ・ 基本はウイルス対策ソフトの導入と最新情報の更新 ・ ウィルスの自動実行を阻止する
メディアを安易に コンピュータに挿さない	<ul style="list-style-type: none"> ・ USB メモリなどのデバイスを安易につながない ・ つなぐ場合は、ネットワークから遮断した状態で利用 ・ 重要な機材には、USB デバイスをつなぐこと自体を禁止 ・ USB ポートを物理的にふさぐ対策例もある
自社のデータを他の コンピュータで開く	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自社の USB メモリなどを接続するコンピュータにも注意 ・ ウィルス対策されていないような信頼できないパソコン（公共のパソコンやネットカフェなど）にはつながない

3.4.4 盗難やメディア紛失への対策

デジタルアニメ制作では、会社間で大量のデータがメディアによって運搬されます。メディアの紛失・盗難や、メディアに入っていた作品素材などの流出事故がおきるリスクがあります。社外に持ち出したノートパソコンが盗難に遭うかもしれません。メディアやパソコン紛失による情報流出を防ぐには、データを暗号化するのが有効です。

表 盗難やメディア紛失への対策の例（参考：「デジタルアニメマニュアル 2009」）

対策	特徴、注意点
暗号化ソフト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 輸送したいデータを暗号化し、パスワードを利用し復元 ・ 送付元と送付先の両方にインストールする必要があるものや、送付先に暗号化ソフトがなくても復元可能なものがある
暗号化機能を持った メディアの利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外付け HDD や USB メモリの暗号化機能付き製品の利用 ・ 無償ダウンロードできる暗号化ソフトを使用したりメディア内の特別な領域に暗号化ソフトを内蔵するものがある
パソコンの盗難・紛失 対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ OS に付属の暗号化機能や市販の暗号化ソフト使用 ・ パスワードを知っている人だけが復元できる方式や、特殊な USB キーでパソコンが利用可能など ・ 事務所荒らしなどの窃盗対策にはノートパソコンを放置禁止や盗難防止ワイヤを活用
古いパソコンを廃棄 する時の対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内蔵 HDD の重要なデータは情報流出のリスク ・ データ消去ツールを使ってデータを完全消去 ・ 物理的にハードディスクを破壊

3.4.5 人的ミスや不正行為への対策

関係者による人的ミスや不正行為も、情報漏洩や著作権違反などのリスクになります。

表 人為的ミスや不正行為への対策の例（参考：「デジタルアニメマニュアル 2009」）

対策	特徴, 注意点
ネット掲示板や SNS などへの不用意な書き込み	<ul style="list-style-type: none">・ネットの掲示板やブログ、SNS (Twitter, Facebook, mixi など) に機密情報や守秘義務に関わる情報の書き込み・他人の著作画像などをアップロード・禁止を徹底し指導
社内での不正行為の防止	<ul style="list-style-type: none">・機密性の高いデータを置いてあるサーバーやフォルダへのアクセス権限を設定（必要最低限の人間のみアクセス可能）・ソフトウェアのライセンス管理とインストールメディアの管理を厳格化・コンピュータへの管理者権限でのログインの制限
外注先での不正行為の防止	<ul style="list-style-type: none">・発注時の契約書などで情報管理の規定や守秘義務を明文化・作業データは、使用後に消去してもらう・他作品への流用を禁じる・インターネットへのデータ流出やオークションサイトなどでの転売を禁じる
配布する映像やデータの不正流出の防止	<ul style="list-style-type: none">・完成映像に近いデータの配布は慎重に・配布先とは守秘義務を締結・会社名や日付をクレジットしてから配布するなどの対策

3.4.6 トラブル時の対処

(1) トラブル対処マニュアルの整備

セキュリティ対策装置や対策ソフトなどを使えばリスクを大きく減らせますが、万一のトラブルが起きる可能性は常にあります。万一のセキュリティトラブルが起こったときどのような行動を取るべきかについて、マニュアル化しておきましょう。

たとえば、社内のパソコンでウィルス感染が発見された場合、行うべきことは次のように多数あります。行動マニュアルを整備しておくことで、迅速な対応ができるようになります。

- ・感染拡大の防止
- ・他に感染したパソコンがないかどうかの調査
- ・ウィルスの駆除
- ・感染ルートの特定制と再発防止策

(2) セキュリティポリシーの整備

情報セキュリティには多様な側面があり、また、関係者一人一人が意識しなければセキュリティを保つことは困難です。そのため、セキュリティポリシーを作り、これを基にしたセキュリティ教育を定期的実施することが効果的です。

セキュリティポリシーで決めておくべき事柄の例：

- ・ 個人情報や機密情報の扱い方、伝送や運搬の仕方
- ・ 重要な情報へのアクセス権（誰がアクセスしてよいか、よくないか）
- ・ セキュリティを維持するための対策と、その手順
- ・ トラブルが起きたときの対処法
- ・ セキュリティ上の問題に直面したときの判断基準

3.4.7 セキュリティと利便性のバランス

セキュリティと利便性は相反するものであり、そのバランスを取ることは、しばしば難しい課題になります。

(1) コンピュータが遅くなったりソフトの動作に影響が出る例

動作が遅くなったり、ソフトウェアが正常に動作しないという理由でセキュリティ対策を拒まれることがあります。どうしても影響が避けられないようであれば、使っているソフトをアップデートし最新のセキュリティ環境でも正常に動作するようにするか、他のセキュリティ対策を検討しなければなりません。それでも、少々スピード低下より、セキュリティ維持のほうが重要であると判断されるなら、導入すべきです。

(2) 社外へのインターネットアクセスを制限する例

端的なセキュリティ対策として「インターネットアクセスを禁止する」という方法があります。セキュリティは非常に高められますが、ネットから情報を得なければならないスタッフにとっては重大な問題になります。その場合は、別のネットワークからタブレットなどを利用してアクセスする手段を確保するなどの対策が必要です。

(3) 特定のソフトの利用を禁止する例

Winny を始めとする P2P ソフトや、各種のメッセージャーソフトは、非常に利便性が高く、個人レベルでは非常に浸透しているソフトです。しかし、これらのソフトを会社内で使うと、どのようなデータが社外とやり取りされるかが検証できないため、利用を禁止している例もあります。

(4) 私物のコンピュータやデータメディアの持ち込みを規制する例

アニメーション制作会社の多くは、スタッフが自宅などから私物のコンピュータやハードディスクなどを持ち込むことについて、比較のおおらかな対応を取っているようです。自分が使い慣れた環境を持ち込めるなどのメリットがあります。

しかし、私物コンピュータの多くは、十分なセキュリティ調査がないまま持ち込まれ、そのまま社内 LAN に接続される場合もあります。こうした運用は、ウィルス感染、情報漏洩など、さまざまなリスクをはらんでいます。私物のコンピュータやデータメディアの持ち込みを制限する会社がいくつかあります。

(5) 持ち込みコンピュータ専用のネットワーク

持ち込んだコンピュータのために、社外から持ち込まれたコンピュータは、特別に用意したネットワークにだけ接続を許可するという運用方法があります。この「持ち込みパソコン専用ネットワーク」は社内 LAN とは隔離されており、ウィルス感染などのリスクを最小限に抑えることができます。

(6) OS の管理者権限について

作業者の利便性を最優先して、コンピュータを管理者権限で使用していることが多くあります。パソコンに新しくソフトをインストールするには、管理者権限（Administrator 権限）でのログインが必要だったり、管理者権限でないと正常に動作しないソフトもあります。可能な限り、管理者権限でのログインができるのは社内の限られた技術担当者だけとし、その他の社内スタッフは、一般ユーザー権限でログインして使う運用を推奨します。

(7) セキュリティのアウトソーシング

セキュリティ対策にかかる作業負担は、年々増大しています。社内スタッフだけで十分な作業ができない場合は、セキュリティ対策そのものを専門業者に外注することも検討すべきです。ファイアウォール、メールサーバ、Web サーバーなどの運用と管理は比較的外注しやすいため、いくつかの制作会社で実践されています。

3.5 その他の整備

3.5.1 電源対策

近年、コンピュータの消費電力が下がっており、以前ほど電源に対する負荷は少なくなりました。しかし、それまで手描きの作画が中心で、蛍光灯の動画機などが主な仕様機材であったスタジオで、ある程度のデジタル作画システムを導入する場合は注意が必要です。

電源の管理がおろそかになったことでブレーカーが落ちて停電するなどの電源事故を招くことがあります。その結果、ファイルサーバー上の制作データが消失するなどの被害が発生し、最悪の場合は作品制作そのものが困難になるような深刻な事態も想定されます。それ以外でも、落雷や事故による停電などが発生することがあります。停電になり、コンピュータやファイルサーバーがシャットダウンすると、作業中のデータを失うばかりか、データ書き込み中の場合は、データが破損しコンピュータやサーバー上のデータをすべて失ってしまうこともあります。そうしたトラブルを避けるためにも十分な対策が必要です。

(1) 電源増強工事

ファイルサーバーなどのコンピュータは、高性能の CPU や多数のハードディスクが内蔵されるほか、外付けの RAID 装置が接続されるなどして、普通のパソコンよりも消費電力がかなり大きくなります。大型のファイルサーバー装置などでは電力が数千 W～数万 W に達します。これらの電力は最後にはほとんど熱に変わるため、相当に強力なエアコンが不可欠となり、そのエアコンのための電力も必要です。

スタジオの電源増強を図る際にも、建物によっては増強の限度があることがあります。比較的新しいオフィスビルなどではそれほど問題になることはありませんが、古いビルやマンションなど住居用に設計された建物の場合は注意が必要です。大規模な機材導入の際には、電源計画を検討して建物の管理者や電力会社に相談します。

(2) 停電への対策

電力を使いすぎると、ブレーカーが動作し停電になります。ショート事故によって、ブレーカーが動作することもあります。落雷などの自然災害や、架線切断などの事故によっても突然停電することがあります。

停電からの保護には、UPS（無停電電源装置）の設置が効果的です。UPSがあれば、不意の停電が起きてもバッテリー稼動でコンピュータが動作し続けるので、急いでデータを保存し、OS をシャットダウンすれば、大切なデータの破損を回避することができます。また、UPSがあれば瞬時電圧低下の影響も防ぐこともできます。ファイルサーバーなどの重要なコンピュータでは、UPS が必須といってよいでしょう。

(3) ヒューマンエラーによる電源トラブル

電源ケーブルを無理に引っ張ったまま使っていてプラグが抜けたり、床に配線した電源

ケーブルにつまづいてコンセントから抜けたりするなどのヒューマンエラーによっても電源トラブルは発生します。電源ケーブルの引き回しなどは十分注意が必要です。

また、アニメのスタジオ内には、コンピュータ以外にもさまざまな電気製品があります。業務に必要な各種のモニタ、プリンタ、FAX、コピー機、作画のための白熱灯などのほか、エアコン、電子レンジ、電気ポット、掃除機、ハロゲンヒーターなど、さまざまな電化製品があり、中には消費電力がとてつもないものもあります。こうした電化製品が瞬間的に大きな電力を使用し停電することもあります。

3.5.2 什器

デジタル作画のために必要なコンピュータを設置するためには、一般にはOAデスクを使用します。紙による作画を一切やらないのであれば、すべての作画机を処分してOAデスクに入れ替えることができます。その場合はOAデスクも導入の際のコストとして考えておく必要があります。

また、今後も紙での作画とデジタル作画の業務が混在する場合は、作画机をうまく残しつつデジタル作画機材を設置しなければならないため工夫が必要です。デジタル作画のためにどうしても机の上に置かねばならない機材は、モニタとキーボード、マウスそしてタブレットです。作画机は作画面にガラスが使用されており、重い機材を載せることは危険です。モニタはサイズを考慮したり、加工すれば作画机の上に配置することも可能です。マウスやキーボードもそれほど重いものではないため問題はありません。タブレットに関しては、板タブレットは軽量なものであるため、それほど問題になりません。しかし、液晶タブレットは、サイズによっては重量がかさむため、作画机の上で使用できないこともあります。その場合は、OAデスクを作画机の隣に設置するなどの工夫が必要になります。

4. デジタル作画環境の維持

4.1 制作環境のための体制づくり

デジタル作画環境を維持するためには、第3章で示したような環境を導入するだけでなく、日々の制作に対応させながら維持していく必要があります。導入したシステムが何もせずとも常に制作に利用できる状態になっていることは期待できません。コンピュータや周辺機器は機械である以上、予期せぬ故障はつきものです。ソフトウェアはコンピュータの上で実行されるものですから、コンピュータの些細な不具合によって、起動できなかったり動作しなかったりすることもあります。また、ネットワークインフラは自分の身の回りや、社内以外にも様々な場所に多くの資材や機材があり成立しています。いつもアクセスできるファイルサーバーにアクセスできなかったり、インターネットが利用できず、情報を収集できなかったり、メール等での連絡ができないこともあります。

デジタル作画をはじめ、デジタル環境での業務はハードウェアやソフトウェア、インフラになにかトラブルがあった場合、一定時間作業が止まってしまいます。この時間は作業することができず、そのまま作業成果物が出ない時間になってしまいます。企業であれば経営のリスクになりますし、個人の場合はそのまま収入の低下につながってしまいます。こうしたリスクはアナログのアニメーション制作や手描きの作画では発生しませんでした。特にデジタル作画の場合は、これまで一切業務としてコンピュータを導入していなかったスタジオや個人がこのような状況下に置かれることになるため注意が必要です。

4.1.1 デジタル作画環境の整備を誰がやるか

デジタル作画環境を構築し、それらが日々円滑に進むためには、問題が発生しないように監視し、何か問題が発生した時に素早く対処するリソースが必要になります。問題はそのリソースをどこに求めるかです。

(1) 社内で専門の部署を設ける

大規模なスタジオであれば、機材のメンテナンスなどを一括に引き受ける専門の部署を設け、コンピュータやソフトウェアのライセンス、インフラなどの整備を行うことができます。しかし、一定以上の規模がないスタジオでは、専任のシステム担当部署を置くことは困難です。機材のメンテナンスをすべて専門の部署に任せる場合には、その部署に十分な人材を配置する必要があります。ぎりぎりの人数（例えば一人）で部署を運営する場合は、システム担当者が何らかの事情で不在になった時点ですべてが破たんしてしまいます。管理を一括で担う部署を作る場合にはその人員配置にも注意が必要です。スタジオが近隣であったとしても、複数に点在している場合などは特に注意が必要です。

(2) 制作進行や関連部署のコンピュータに詳しい人間が兼任する

様々な事情により、専門の部署を配置することが難しい場合には、スタッフが兼任する形で制作環境の整備をする場合があります。小規模なスタジオであれば、インフラなどもそれほど専門的な機材を用いなくても済むこともあります。また、商用のネットワークサービスなどを利用することで、ファイルサーバーなどの整備についての課題を減らすこともできます。しかし、想定内の作業であれば問題は生じませんが、トラブルが発生した場合は対処のために、兼任している業務が滞ることがあります。プロジェクトが始まる前の機材整備などであれば、分担することもできますが、ラインが動き出してからは制作にかかわるスタッフがシステムのメンテナンスを兼任することはあまりお勧めできません。兼任する人はあくまで補佐的な役割であったり、連絡的な役割にとどめ、本来の役割に注力できるようにするか、代わりに本来の役割を十分に補えるスタッフをあらかじめ配置しておく必要があります。

(3) 管理業務をアウトソーシングする

複数人のシステム部署を整備できない場合は、専門の業者と契約し、システムのメンテナンスなどを委託することも検討すべきです。アウトソースを委託する先は、システム管理の専門の会社が多くありますので、打ち合わせをして適切なメンテナンスが受けられる業者を探します。アニメ制作業務は一般の IT 業務とは異なり特殊な業務ですので、事前に十分な打ち合わせをしないと満足のいくメンテナンスを受けることができないこともあります。

すでに、アニメ制作会社の業務を委託している業者の場合は、こうした知識を有しているため、比較的安心して委託することができます。また、専門の業者ではなくても、関係のあるスタジオときちんとした取り決めや契約をしたうえで、システムのメンテナンスを委託することも考えられます。

(4) 個人で管理する

デジタル作画のシステムを導入する対象者は原画や動画のスタッフであり、個人で事業主として業務をしていたり業務委託により仕事をしているケースが多いです。そのため、システムのメンテナンスも含めてすべて自分で実施するケースもあります。一般的な IT スキルとリテラシーがあれば、自分を含め数台の端末であれば管理することは不可能ではありません。しかし、その場合でもハードウェアの不具合やソフトウェアのトラブルで業務が滞るリスクは減りません。ハードウェアであれば万が一のために作業できる予備のシステムを保有したり、メーカーや代理店のオンサイトサポートをいつでもすぐに受けれる状態にしておくことが大事です。

4.1.2 環境整備に関わる業務の例

デジタル制作環境の整備に関わる業務は数多くあります。すでに仕上げや撮影、背景美術のデジタル化や3DCGの導入などにより、相当の台数のコンピュータが設置されているスタジオもあります。これらのスタジオでも、環境整備やシステム管理に関する業務の範囲や内容はそれぞれ異なっています。

実際に制作環境の整備のためにシステム管理部門を設置しているスタジオでは次のような業務があります。

表 システム管理業務の例

(参考：「アニメーション制作における物流管理等に関する実態調査」)

大分類	業務例
日常のメンテナンス・サポート・設置サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ハードやソフトのアップグレード、増設、バージョンアップなど ・組立て・設定、インストール、アップグレード、動作テスト ・ソフトの最新パッチやサービスパックなどのインストール ・ネットワーク配線作業 ・ネットワーク利用のアカウント発行 ・ウィルス・ワーム・ジャンクメール・サイバー攻撃からの防衛
環境整備	<ul style="list-style-type: none"> ・データ転送速度など、作業効率に関わる技術的な問題点の認識と、解決策の提案 ・サーバー上で作品が使うフォルダの作成・廃止・容量監視 ・ネットワークやサーバー状態の監視、異常への対処 ・サーバー上のデータのバックアップ作業 ・メンテナンス作業や工事停電などの対処、運用停止の告知など
トラブル対応	<ul style="list-style-type: none"> ・トラブル時の動作確認、修理・交換、データ救出、メーカーや代理店との連絡、メンテナンス手配 ・機材の修理・分解清掃・再利用，在庫機材や修理パーツの管理
トラブル事前対策	<ul style="list-style-type: none"> ・オンサイト保守契約などの締結 ・代替マシンや部品の温存 ・技術事項や復旧手順などのドキュメント化

5. 将来の課題

現在のデジタル作画の枠組みができたのは、今から 10 年ほど前の 2005 年です。当時、すでにデジタル作画用のソフトウェアが存在し、液晶タブレットや板タブレットを用いたデジタル作画が可能な状態になっていました。しかし、実際にデジタル作画の本格的な普及が始まったのは 2014 年ごろであり、その間 10 年を要しています。これは単に、技術が確立すれば制作手法がそのまま移行するわけではないことを端的に示しているともいえます。

現時点でも、デジタル作画を取り巻く環境は決して完全ではありません。しかしながら、いくつかの先駆的なスタジオがその導入を決断し、紙での作画をデジタル作画に置き換えることで、事例が多く広まってきました。

今後、デジタル作画が広まっていくために、解決すべき課題は多く残っています。それらについていくつか言及したいと思います。

5.1 人材育成

5.1.1 研修後の習熟期間の環境維持

今回、研修の受け入れ先企業となった株式会社グラフィニカでは過去の取り組みから「3 か月以降から徐々にデジタル以降のメリットが出始める」ことがわかっていました。今回の研修でも、同様の環境でトレーニングを受けて、その後訓練することができた研修生は、期待通りの結果となりました。

一方で、デジタル作画の研修を受けて、ソフトの使用方法や作業の進め方を習得できても、その後、デジタル作画の適切な業務を継続しなければ、効果があまり上がらないということも浮き彫りになってきました。そのため、方法論を学んだあとの習熟期間に、いかに適したデジタルの業務が供給できるかが重要であることがわかりました。現在は、複数存在するデジタル作画ソフト間の作業データに互換性がありません。そのため、複数のソフトウェアを混在して利用することが難しく、仕事を得るためには発注元と同じデジタル作画ソフトを所有し習得している必要があります。

良質なデジタル作画の仕事を提供できるかどうかは今後の人材育成にとって重要な要因になると考えられます。

5.1.2 関連スタッフへのデジタル教育

仕上げや撮影のデジタル化のころから、実際に作業するスタッフ以外にもデジタル技術の知識がなければ、円滑なデジタル制作ができませんでした。デジタル作画の場合も同様で、実際に作業するスタッフ以外のスタッフも、これまでより一層デジタルでの作業に対する理解や、場合によっては素材確認のための簡単なツールのオペレーションまで実施する必要が出てきました。

具体的には、制作進行は素材を確認したり、進行を追いかけるうえでデジタル作画に関する知識を有する必要があります。演出はデジタル化のワークフローを熟知しなければ、効果的な制作手法の検討や表現の判断が難しくなります。作画監督や動画チェックのスタッフは、デジタル作画の素材を円滑に修正するために、これらのツールをひと通り扱えるようになる必要があります。また、デジタル作画の仕事を受発注する営業を担うスタッフも、作業について理解が不十分だと適切な業務を受注、発注することができません。

関連スタッフへのデジタル教育が不十分だと、デジタル作画の効率化の恩恵を受けることができません。場合によってはデジタルで作画した素材を印刷しチェックを受けるようなことも生じてしまいます。

先にも述べたように、すでにカット袋を利用しないフローに挑戦するスタジオも出ています。こうしたフローが成立するためにも、作画スタッフのみではなく、関連スタッフも必要な範囲でデジタル技術を習得し、全体で取り組み必要性があります。

5.2 デジタル作画によるワークフローの拡張

5.2.1 デジタル作画の適用範囲の拡大

今回、本事業では動画工程から仕上げ工程までを対象に、トレーニングプログラムを整備し、実施しました。動画工程は、良質な線を素早く作画することが求められるため、比較的デジタル作画の恩恵を受けやすい工程です。また、動画作業と連動して仕上げ作業が進めることも可能でした。従来は別の工程として考えていた工程を、一人のスタッフが円滑に行えることで、受け渡しのロスが減り、アニメーターの作業量が増え、収入増につながる事が想定されました。

今回の研修で対象とした、動画工程、仕上げ工程以外にも、デジタル作画ソフトによっては、絵コンテ、レイアウト、原画、撮影や3DCGとの連携まで、様々な工程で利用できる機能を有しています。すでに、様々なスタジオでこれらの工程まで拡大させて制作する実験的な取り組みが進んでいます。一部のスタジオでは、紙での作画時代に必須だったカット袋を使用しないで制作を進めた事例も出ています。今後、上記の工程まで一貫したデジタル制作が広がることにより、管理まで含めたデジタル化の流れが広まる可能性があります。

5.2.2 紙での作画との混在

しばらくの間はデジタル作画に対応した人材の不足が懸念されます。また、ワークフローが十分に洗練されていない間は思いもよらぬところで混乱が生じることも想定されます。場合によっては紙での作画に途中から切り替える必要があります。デジタル作画で進めていたプロジェクトを、途中で紙での作画に切り替えるには注意が必要です。切り替える場合は極力話数単位や、パート単位で分けるようにします。ひとつのカットの作業の途中で切り替えるのは困難であるのは当然ですが、管理の面でも話数の中に紙での作画とデジタ

ルの作画が混在することで大きな混乱も生じます。そのため話数単位で分けていくことが現実的です。デジタル作画導入初期はノウハウもそれほど多くありません。そのためゆとりを持ったスケジュールで実施したり、小さなプロジェクトから徐々に拡大していくことが大事です。

5.3 デジタル作画ソフトウェアの課題

5.3.1 ソフトウェアの互換性対策

この報告書でもたびたび触れましたが、現時点では各社のデジタル作画ソフトウェアのデータに互換性はありません。そのため、複数の種類のデジタル作画ソフトウェアを利用した制作の場合には、汎用的な画像ファイルに書き出して、受け渡しをする必要があります。ソフトウェア開発会社の協力が必須ですが、何らかの形で少しでも互換性のあるデータのやり取りができるようになることが望まれます。

それまでの間は、どの工程でソフトウェアが変えるのかを検討し、事前に書き出しや読み込みのテストを行い、そこで発生する作業時間やファイルサーバーのスペースなどを考慮する必要があります。

5.3.2 ソフトウェアのマニュアルの拡充

一部のデジタル作画ソフトウェアは、マニュアルが不十分のため、実際に導入して利用している段階で、戸惑くことが多くあると報告されています。ソフトウェアのオペレーションについては、日本語の詳細なマニュアルの整備が重要です。すでに、いくつかのソフトウェアで、制作会社と連携してマニュアルを整備する動きがあります。今後、マニュアルや書籍などが増えることでソフトウェアの利用環境がよりよくなることが期待されます。

5.3.3 ソフトウェアの拡張

デジタル作画ソフトウェアは、必ずしもすべてのスタジオが満足するような機能を提供しているわけではありません。各スタジオのスタイルや、進めている作品のスタイルによって、ソフトウェアに対して何らかの形で改良を加える必要も出てきます。

ソフトウェアをプラグインなどを用いて拡張するケースもあります。その場合にバージョンが上がるたびにプラグインソフトウェアの動作検証を行い、動かない場合は対応する必要があります。デジタル作画の恩恵を受けて、効率化だけでなく独自の表現をするうえでも、拡張機能の開発は重要になります。そのためのソフトウェア内部情報の提供や人材の確保、知識の共有などが必要になってきます。

5.4 企業間の連携

5.4.1 管理システムの開発と連携

従来から、制作のデジタル化が進むことにより、管理のデジタル化も進むことが期待されてきました。しかし、これまでのデジタル化では、紙の素材がなくなることはなく、紙などの物理媒体と、データを同時に管理する必要があり、管理システムの設計や運用にも大きな課題がありました。

デジタル作画により、ほぼすべての工程でのデジタル作業が可能になりました。すでにカット袋をなくし、制作を管理する事例も出てきています。すべての管理システムを自社で開発するのは、かなりの作業量になってしまいます。オンライン上のスプレッドシートや Web ベースの管理システムなど、既存のサービスなどを併用しながら、様々な管理の取り組みが進んでいます。日本のアニメ制作は協業により成り立っている側面が強くあります。こうした電子的な管理システムにより、管理が容易になることは望ましいことです。一方で、各社が全く異なる管理システムを用いることで、複数の会社間で管理の手法が違い、作業を受注しているスタジオ混乱することも考えられます。

デジタル作画により、可能になったデジタル管理手法の恩恵を、多くの業界関係者が得られるためにも、管理システムの相互運用性などについては十分に考える必要があります。

5.4.2 より魅力的な作品作りのために

デジタル作画は、ほぼ 10 年の時を経て、スタジオで利用可能な技術として認知され本格的な普及期を迎えました。デジタル作画はアニメータの収益向上や制作工程の効率化に加え、より自由で斬新な表現のためのツールでもあります。

移行のためには、投資リスクを負う必要はありますが、こうした利点を受けて、産業界がより発展できるように努めていくことが大事です。そのため、効率化を安易に価格低下につなげるのではなく、投資リスクに見合ったリターンを享受し、その上でより良い作品作りのための投資となるようなサイクルを築いていくことが重要です。

参考文献

デジタルアニメ制作技術研究会、「プロフェッショナルのための デジタルアニメマニュアル 2009」、デジタルアニメ制作技術研究会、2009

デジタルコンテンツ協会、「アニメーション制作における物流管理等に関する実態調査」、平成 18 年度経済産業省関東経済産業局委託事業報告書 2007

CG-ARTS 協会、「入門 CG デザイン -CG 制作の基礎- [改訂新版]」、CG-ARTS 協会、2015

CG-ARTS 協会、「デジタル映像表現 -CG によるアニメーション制作-[改訂新版]」、CG-ARTS 協会、2015