

王牌空战  
突击地平线

作为PS平台上久负盛名的飞行射击游戏《王牌空战》系列已经走过了16年的历程，达到了同类作品无法企及的高度。2011年该系列的新作《王牌空战：突击地平线》是对该系列的旧有设计另辟蹊径的全新尝试，下面就来分三个部分给大家介绍全部的开发过程以及技术内幕。

本文三个部分：

MAKING01

海外作家与工作室的参与

MAKING02

电影式的临场感与带入感

MAKING03

挑战全世界的视觉效果

## MAKING01

### 海外作家和海外工作室的协作

本作是同时面向日本国内以及海外欧美市场而开发的，这里介绍我们如何合作设计出一个让世界各地口味不同的玩家都喜欢的游戏的。

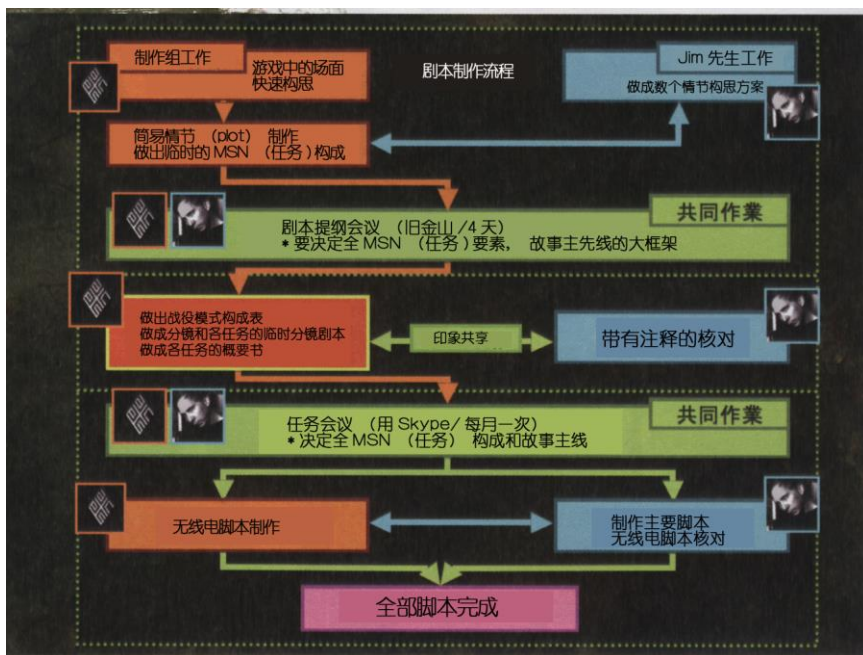
#### 在提高真实性上做出很大贡献的与专家们的协同工作

本作的目标是“匹敌全世界TPS、FPS市场的其他作品，同时具有创新”，正因为如此，才将以往的虚拟世界观的设计完全丢弃，从现实世界取材。为了让军事方面的描述符合实际，所以我们邀请了美国军事小说家Jim deFelice进行剧本的创作以及担任军事顾问。得益于deFelice先生的参加，开发人员对服装和小道具等军事性的元素就有了详细的指导，提高了游戏的真实性。

为了提高过场动画中角色的演技和表情，给欧美玩家营造出更加真实的带入感与临场感，我们开发组专门前往了洛杉矶，和好莱坞声音后期制作Soundeieux以及动作捕捉公司Perspective Studios一起，对演员的声音和动作进行捕捉与处理。正由于此，本作第一次的尝试了和海外公司和人才合作，和以往系列作品的制作完全的不同。

#### 制定协同工作的流程

由于引入了海外公司参与共同制作，为了保证质量，我们需要制定出足够清晰的详细工作流程。



### 和军事小说家共同创作完成剧本

上图是关于剧本创作的流程图，其实我们可以看到游戏开发组在不少阶段都需要和deFelice先生协同工作，独托付给任何一方都不行。顺便说一句，当初deFelice先生只写故事，但随着开发的进行，对游戏的理解也加深，渐渐的也进入了游戏的开发，对于有些方面的军事考证性很难，他也会做出重视游戏内体验的新构思。



### 由美国空军进行的监修

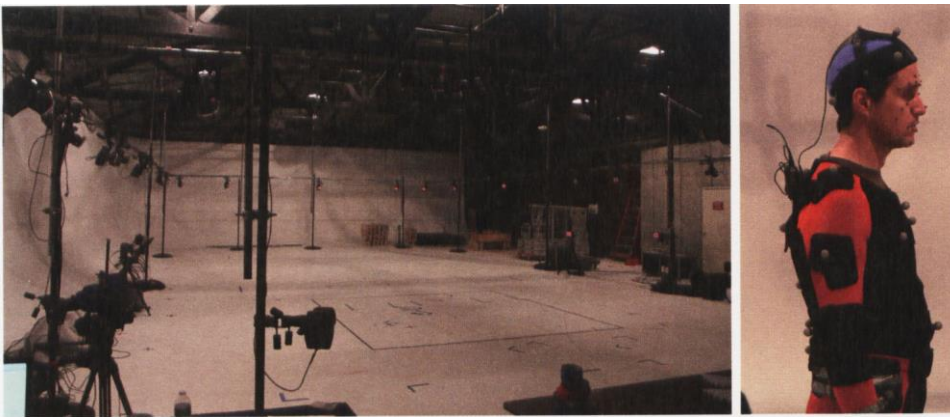
本作因为是和U. S. AirForce（美国空军）合作开发，所以相关部分受到了美国空军的监制。丝见功辅先生说，在那个过程中，即使是在游戏中也要被迫遵从军队特有的严格规定。比如说，左排的画像为主人公Bishop和同事guts的初期设定，为了体现出角色的特征，当初是各自都留有懒散的胡须，但由于实际在美国空军里，飞行员在飞行时，因为面罩和脸贴的很紧，所以下巴留胡须是严格禁止的，鬓角的长度也有规定，所以最后把角色设定修正成右面那样。



影像演出导演  
丝见功辅先生

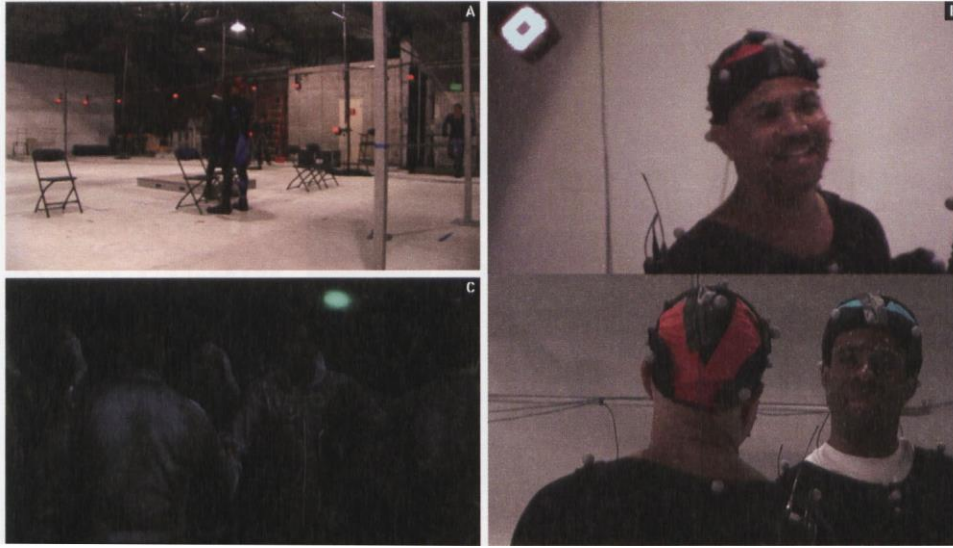


动画制作主管  
森本直彦先生



### 表演捕捉系统（{Performance Capture System}）的概要

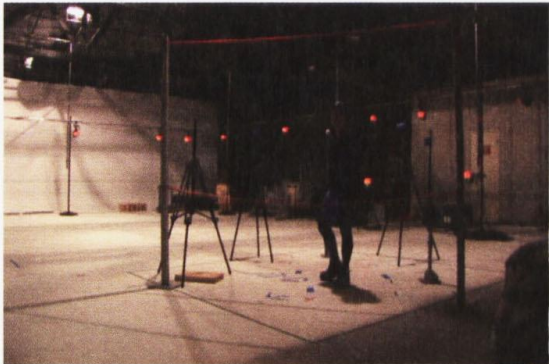
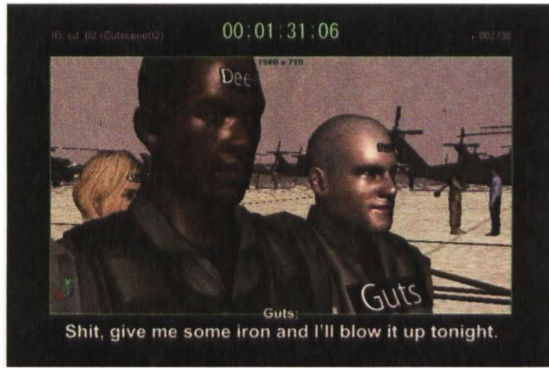
在本作中负责动作捕捉的Perspective Studios虽然拥有自己独立的工作室，但因为在防音方面有问题，所以要带着器材去有防音设备的工作室中录制。左图是在工作室中设置的系统情况，摄像机方面，光是Motion Analysis的Eagle-4就准备了40台左右。还有，身体捕捉（body capture）的范围是6米X12米左右的区域，但表演捕捉（Performance capture）的范围是4米X4米左右，最多4人，并且只能向前方摄影。正因为这样，进行行走分镜等要在身体捕捉区域，重要的分镜要在表演捕捉区域进行，要分别进行使用。右图是表演捕捉用的装备加在演员身上的样子。声音从挂在额头上的麦克风中得到，用后背的传送器发出的无线传送收录。



### 由手工调整的视线动画

本作的表演捕捉系统不能够捕捉演员的视线。所以要分别准备出2台摄像机，分别是作为参考（reference）用的摄像机（图A），还有能够确认演员视线的特写用摄像机（图B），动画师一边参考录像一边用动调整视线的移动（图C）。顺便说一句，虽然公司内部有追踪视线的技术，但那个系统要搬到现场会伴随着风险，为了避免麻烦而没有使用。





### 从预演（Previsualization）获取共有的印象

在本作的表演捕捉收录之前，以场景为单位的导演、演员、开发人员等都会在大显示器前一边观看放映的预演，一边从这里互相确认收录的内容和关联镜头分割等摄影顺序。动画制作主管的森本直彦表示，虽然有了事前交代好的剧本和画面分镜剧本，但是为了让全员都能准确的把握实际的效果和外景拍摄布局等材料，必须要让所有人都能有共同的认识，这样才能做到整体感。



### 采用实际兵器的效果音收录

本作中不仅得到了美国空军的支持，还得到了美国陆军的协助，战斗机和直升机的效果音在美国的亚利桑那州的基地内录制的。特别说明，战斗机的机关炮等的声音虽然是空炮发出的，但是是打击到东西上产生的，其他音效也是由自卫队协助在各种飞机的机内进行录音。采用这些的效果音能极大的提高整体效果。

---

04

## MAKING02

### 电影式的临场感与带入感

本作的游戏体验着力突出“超音速飞行”与“激烈的缠斗”，所以如何把真实战斗机驾驶员在战斗中体会到的感觉传递给玩家就成了关键。

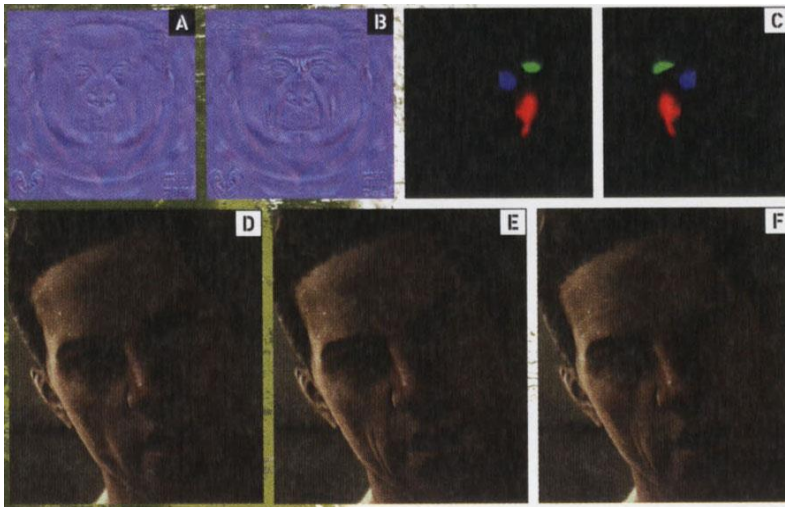
### 前作遗留问题的各种解决方法

前作《王牌空战6：解放战火》（以下简称ACE6）中不仅是视觉感受，还有速度感和紧迫感，都不甚让人满意。所以本作在制作的初期阶段就希望能纠正过去的那些问题，构思要进行怎样的战斗，要在什么样的场所战斗，要让玩家看到什么。这些游戏的要素以及娱乐体验的构思都被投入了之前用于ACE6制作的环境中进行预览。基于这些基本要素，我们就可以发现问题，整理出必要的制作改进，同时让制作人员都有一个统一印象。比如为了验证本作中全新的空中战模式（DFM: dog fight mode），必须要构造一组专门的摄像机，从各自的位置上进行改进。

本系列的动画分为幕间游戏中插播动画和作为游戏中的剧情演出而插入的动画两个种类。为了把玩家更加带入角色，本作的加入了虚拟现实的摄影，利用摄像机的抖动谋求把角色的带入感强化。因为同样的理由，本作中所有的部分里都使用了无缝切换的技术，让人看起来是把游戏和分镜场景做成了一体，这些都是为了玩家能体验到飞行员的感觉而做的大量工作。

### 角色表情的制作

对于角色来说，脸就是生命也不为言过。为了让玩家可以得到感情的带入，本作中为了制作角色的表情采用了各种各样的办法。



### 由wrinkle map做出脸上皱纹的表现

本作中使用了**wrinkle map**进行表情的制作。具体上，对于多边形模型，准备好体现出通常的立体感的贴图A和加入深皱纹的贴图B两种法线贴图，再指定出眼角，鼻子周围，嘴周围，和其他范围附近等四个区域的影响范围的贴图C，设定出混合率，这就是控制加入皱纹的方法。还有，图D是没有皱纹，图E是加入了全部的皱纹的状态，图F是让分镜整合的皱纹调整后的完成画像，可以很清楚的看到做出了深刻的表情。



眼球的高光控制



眼球的高光极其影响真实感。在写实画面中虽然可以由光源照明的方法做出来，但在游戏的情况下因为能够使用光源有制约，采用这个手法很难。那么在本作中开发了eye shader，使用立方体贴图来表现高光点。图A是使用了立方体贴图。可以选择对应状况的角色外形或映出的景色，因为可以在Alpha上保存数据，拥有总计32位的亮度值，可以做出很强的高光点。还有，实际的高光的位置，因为可以在Maya的Viewport里预览立方体转动的效果，一切都变得很方便，如图B。图C是同样的表情，虽然是只把眼球的高光进行改变，但只改了位置或尺寸，也可以感觉改变出了很好的效果。



### 皮肤 skin shader

本作的皮肤shader是把基本材质改进后实现的。肌肉的shader也一样，通常的作为是在基本的材质上加上其他扩散的specular，由这种方法表现皮肤的油膜或透明感。画像的左图是没有specular，右图是两种specular的状态。



### 角色的光照

本作的角色，总共有3个光源进行照明。从左图开始，只有IBL (Image Based Lighting)，IBL+SunLight，IBL+SunLight+CounterLight，IBL+日光+反向光+表演用灯光。实际只用IBL+SunLight就可以充分的配合背景，但为了在表情或演出性上让角色更鲜明，还是要使用CounterLight +演出用灯光。

05



过场动画 (Cinematics) 部分

美术主管 (Lead Artist)

阿部智洋先生



摄像机部分

美术主管



西田幸树先生



描画程序员  
多田航先生



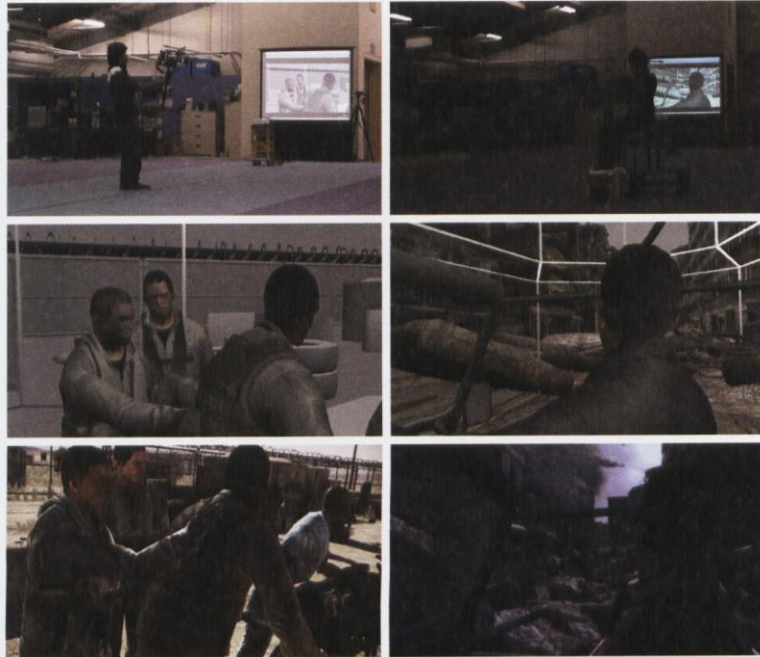
游戏程序员  
相川将人先生



游戏内  
过场动画部分  
美术主管  
今富启太先生

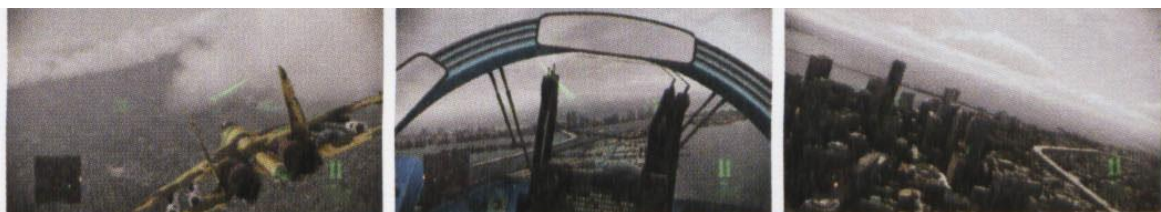
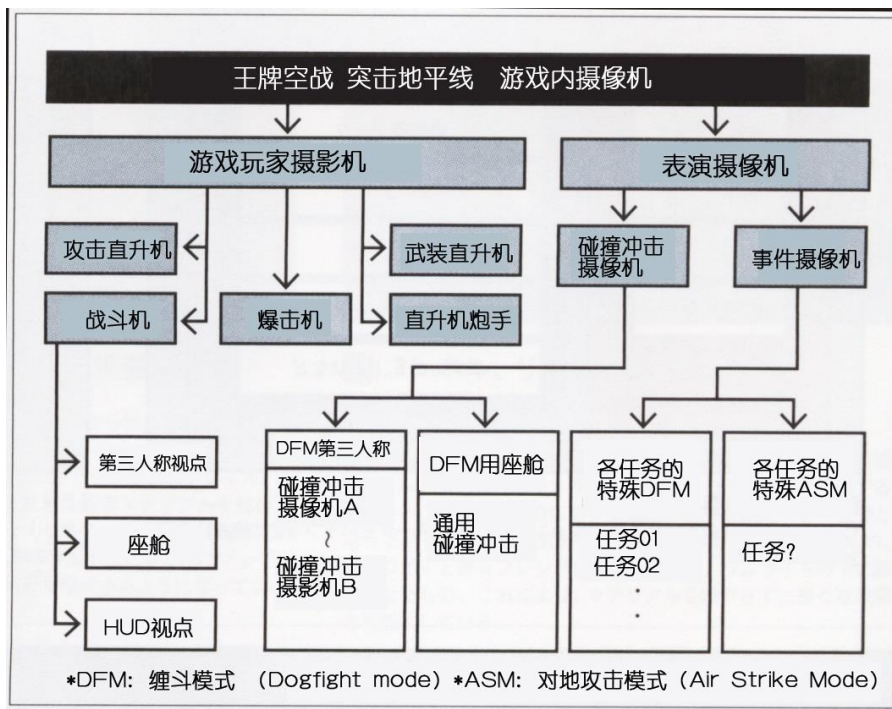
### 追求临场感的摄像技术 (Camera work)

摄像技术是左右临场感的一个很重要的因素。开发人员摸索到了一种能够表现“超音速飞行”和“激烈的缠斗”方法，这种方法究竟是什么呢？



### 在分镜场景中导入VR摄像机

本作中，为了提高玩家的现场感，确定了由第一人称视点或由一个分镜的长时间转动来充满临场感的分镜制作方针。但是担任过过场动画部分美术主管的阿部智洋先生说，为了同时保证动画高素质还能控制成本，在IMAGICA公司的帮助下使用了VR摄像机。图例是使用了实际的VR摄像机的情况，摄像机取景器中放映的结果，和完成的结果。首先要在照相机上安装天线指示器，采集光学摄影数据，然后配置捕捉数据的虚拟套组（visual set），通过实时渲染在摄像机的取景器和摄影室的大型显示器上表示出来。摄像上也分别要求在第一人称的情况中为了做手势而使用了手提摄像机（Handycam）。在长时旋转的情况中为了实现稳定的移动而使用了摄影机稳定器（steadicam）。由于有些情况下使用固定摄像机，所以手工制作的动画也能保持素质，于是只是用了VR照相机的1/3尺寸。顺便说一句，右上的照片里，摄影师虽然座在椅子上，但这是表示乘坐在车上时的场景。

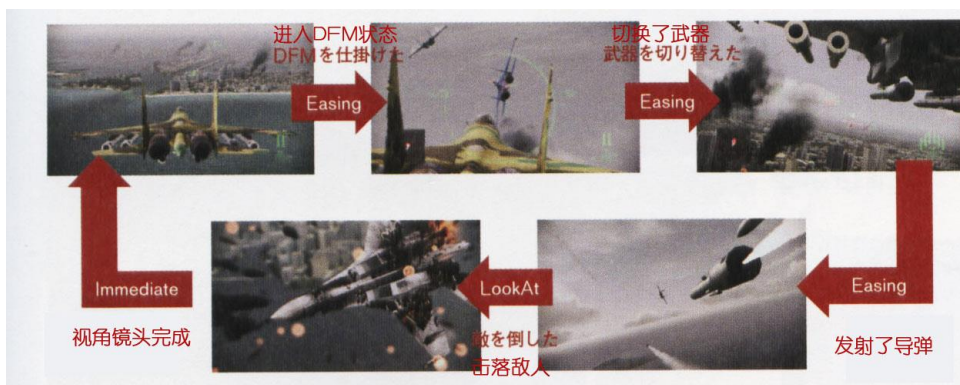


## 游戏内摄像机的窍门1

### 由艺术家主导摄像机制作的体系化

摄像机部分美术主管西田幸树先生介绍，和前作不同，本作主要由艺术家来把握摄像机的布局。以预演为基础计算出的本作中必要的摄像机将近500个。为了把这些内容高效的加入到游戏的逻辑中，首先，要进行摄像机的体系化，大体分成玩家操作视角和表演视角两个种类。玩家视角是操纵自己的战机时所使用的视角，每到乘坐到战斗机/直升机/轰炸机等不同飞机里时，第三人称/座舱/HUD显示等视角也是必要的。表演摄影机分成表现在DFM中破坏的冲击碰撞摄像机和任务固有的传达任务内容的事件摄像机。有了这样明确了摄像机的定义后，就可以进行讨论如何做成各种各样的摄像机了。





## 游戏内摄像机的窍门2

### 摄像机的推移

本作中，要导入符合游戏情况适当的切换摄像机的构造。图里具体的显示了从通常飞行到把敌人破坏的一套连续的摄像机推移，但游戏程序员相川将人先生说，为了符合实际状况需要改变各摄像机之间的插值。比如说[Easing]，使用了Easing函数的来平滑摄像机之间的插值，由于无缝的摄像机推移，战斗的投入的效果提高了。[LookAt]是以被击落敌人的机体等的注视点为优先的插值，把敌人破坏后用没有插值的[Immediate]切换摄像机，这个方法是要让玩家意识到战斗结束了



## 游戏内摄像机的窍门3

### 摄像机的修饰

作为要让画面更真实需要有画面抖动和散焦等效果。在本作中，这些被称为摄像机修饰(modifier)。其中的种类有手柄震动，爆炸震动，受伤害时震动，穿过云层时震动，敌机掠过时震动，GameOver时影像模糊等多方面的传递方法。还有，描画程序员多田航先生说，这些基础的数据都是艺术家手工做出来的，但在摄像机中加入这样的效果，和没处理的摄像机相比，提高了临场感，速度感，随机感，即使只有画面，也可以在视觉上给玩家传递出实际的感觉。

## 游戏内和分镜场景的无缝表演

本作的目标是玩家完全变成驾驶员。

下面介绍场景无缝切换的方法。





本作中的无缝摄像机用于切换分镜场景和玩家的角色视点，让玩家觉察不到切换，如图A。虽然这是当然要做的事，但分镜场景和游戏中，像图B一样很多构成要素的值有区别，所以要认识到一旦那样连接起来就会有明显的差异。所以，游戏过场动画部分美术主管今富启太先生说，让艺术家把各要素手工设定成和游戏中相同的数值的来克服这种问题，图C。



#### 针对机体的摄像机偏移（offset）

玩家在要选择执行任务的飞机时候会由于选择的不同发生摄像机埋入机体中等不合适的情况。所以在那些位置，摄像机的位置要在按原样选择好机体上，让其应对出符合机体移动的方式。



## MAKING03

### 挑战全世界的视觉效果

最近几年的欧美游戏向真实方向改进的脚步从没有停止。我们充分的意识到了这一点，以世界最高素质的画面为目标，下面就来探访本作在视觉性上的研究。

#### 实现从过去的配置中脱离，构筑全新规则

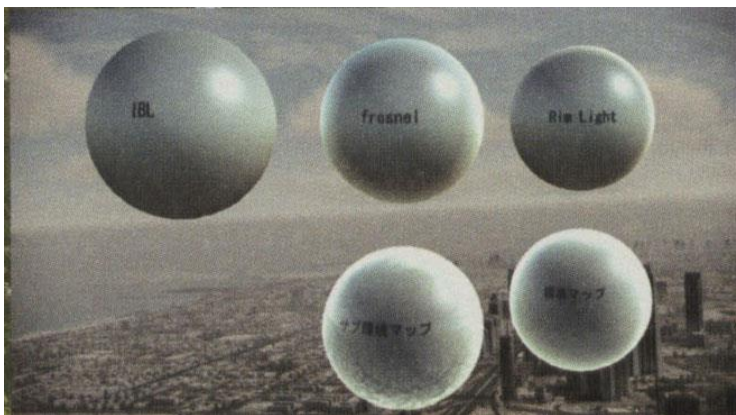
在本作的开发中，首先要进行的问题是克服过去作品在视觉上的问题。具体的有近景表现的不足，实际游戏与分镜动画的画质不同，虽然这些问题直到现在依旧没有彻底的克服，但是，如果不尝试把这些问题解决，让《王牌空战》系列走向世界就会很困难。因为要实现一个统一的世界观，就需要进行艺术性方面的训练，还要设定基本光照和基本材质，把那些作为基础增加各种变化，开发各种shader。由于这样，实现了有效的高质量贴图和清除了各部件的外观的区别。

还有，要把前作系列中的高空战斗空域扩大到地面高楼之间那样狭窄的超低空，正因为这样，地面上的建筑物都要在视角镜头中近距离的出现，虽然比较困难，但还是用独创的方法漂亮的完成了这些。

然后，本作中花费力量最多的莫过于实现“激烈的缠斗”。虽然采用了以物理模拟为中心的几乎全部技术，但还是经常要在品质和数量还有内存容量之间权衡。

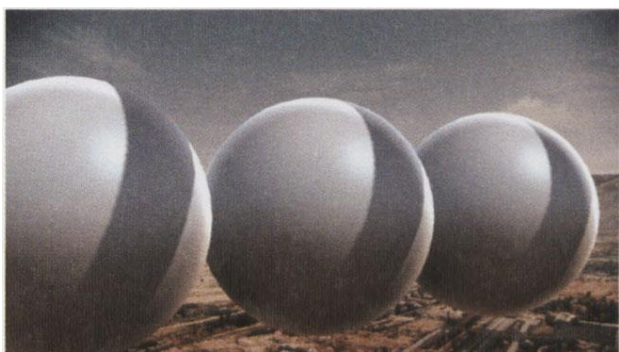
#### 以近处和广阔的世界观共通化作为目标的shader

本作有极端近景的渲染情况，还要解决分镜动画和游戏的差异问题，由于踏实的努力，这些问题最终都得到了解决。



#### 基本材质的要素和扩张

就像前述的一样，本作的质感是从规则开始的。作为这个基准的光照，采用了IBL，在基本的材质上设定了fresnel, Rimlight。把这些基本的材质扩展，就可以提前进行材质的制作，环境贴图、法线贴图、立方体贴图的制作。



### Fresnel, Rimlight和影子的绘制顺序控制

本作中基本上要用Fresnel来表现立体感，以及实现阴影的描绘，边缘光线用于高光（specular）效果，阴影的绘制顺序需要制定顺序。图例从左开始，在边缘光线的上面加上影子，把边缘光线和影子混合，边缘光线的下面加上影的效果。靠这些方法，就可以容易的增加材质进行各种各样的表现了。



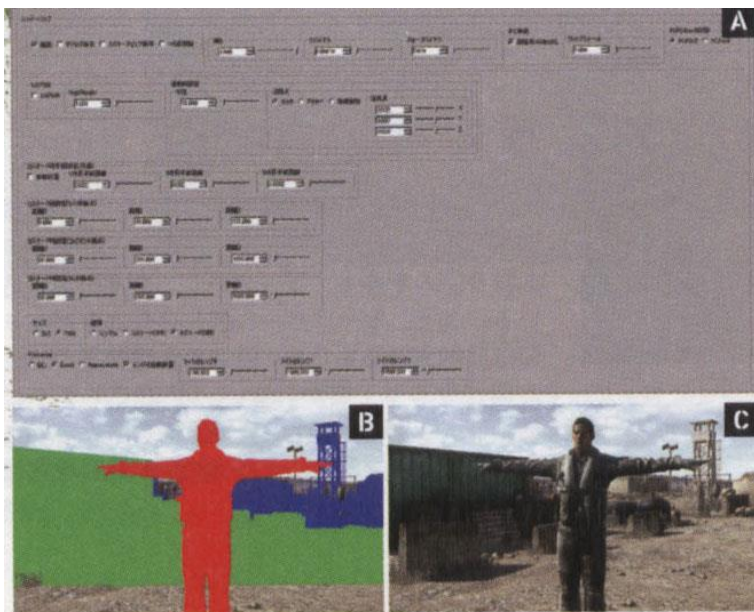
### 由IBL做出的全局照明

强化场景整体感采用了IBL。IBL使用的场景在渲染前得准备好立方体贴图，我们开发出了可以进行半自动处理的工具。上图是标准的从上方照光的图，下图是表现出从地面反射光的图。数据格式是是24位，用于环境光也没有发现问题。



### 影子广域以及近距的最优化

本作的阴影制作有两种方法。上图是指“准确方式”Exact，虽然是低分辨率阴影图，但移动摄像机可以用运动补偿那个移动的位置，不断的绘制阴影图就可以一直在同样的位置出现影子。由于没有出现缺损或闪烁不定，所以在结果上让人看起来提高了素质。下图的“近似方式”Approximate，比起“准确法”Exact需要的分辨率高，先用Exact把背景大范围捕捉下来，再用Approximate提升角色效果。



### Cascade Shadow <ap

本作中要在广阔的空间里进行战斗，所以有必要从近景到远景的广阔范围内生成影子。为此，背景



部分工艺技术美术主管反町信哉先生说，采用了Cascade shadow map。图A是控制阴影贴图的UI，图B是显示各阴影范围的图例，红色是近景，绿色是中景，青色是第三张远景，画面下方的地面上没有应用上阴影贴图，因为在这个部分没有必要生成影子。从中景开始可以有效的利用影子的分辨率，提高阴影素质。，图C。还有，各级阴影图都使用了Texture Atlas，所以内存的使用量或负荷都减少了。

08



背景部分  
技术美术主管  
反町信哉先生



机械部分  
美术主管  
幸村修先生



地图部分  
美术主管  
千家英嗣先生



艺术指导  
菅野昌人先生

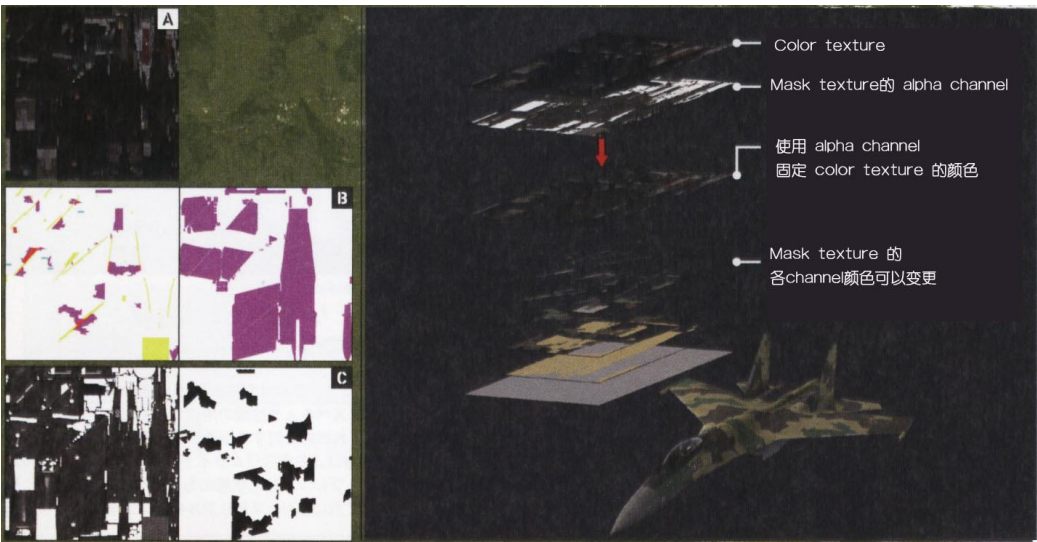


VFX主管  
艺术家  
藤井景一先生

### 提升战斗机的质感

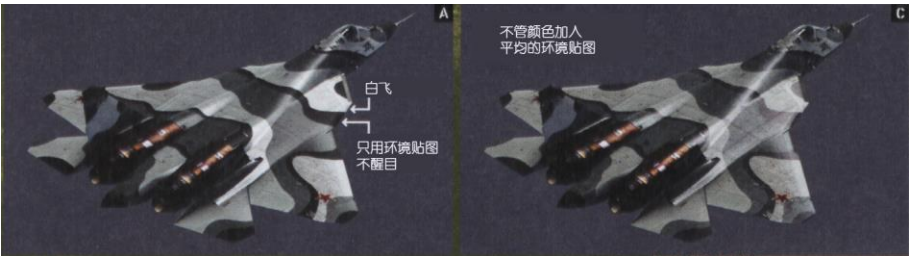
本系列的主角当然是那些战斗机了。在本作中，为了让玩家得到游戏的乐趣追加了新的要素，战斗

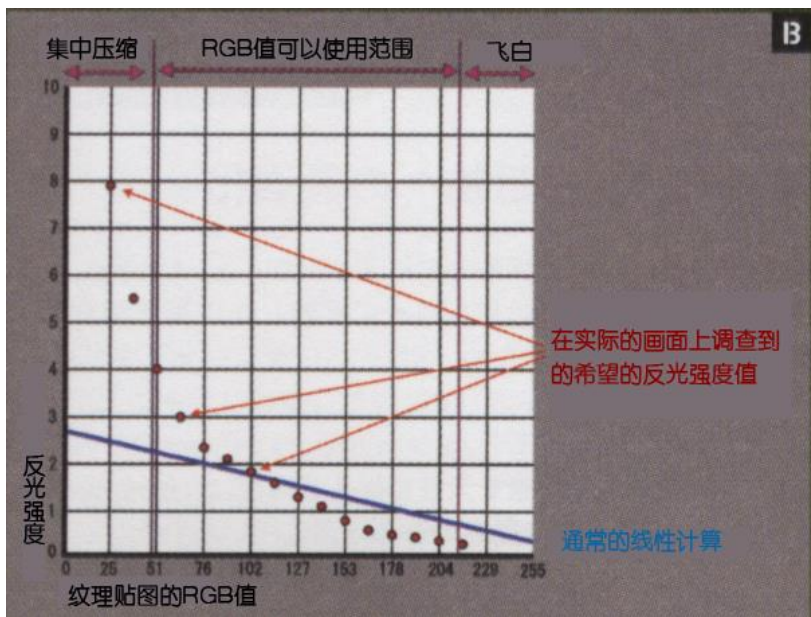
机本身的外观质感也得到了很大提升。



### 飞机颜色的定制

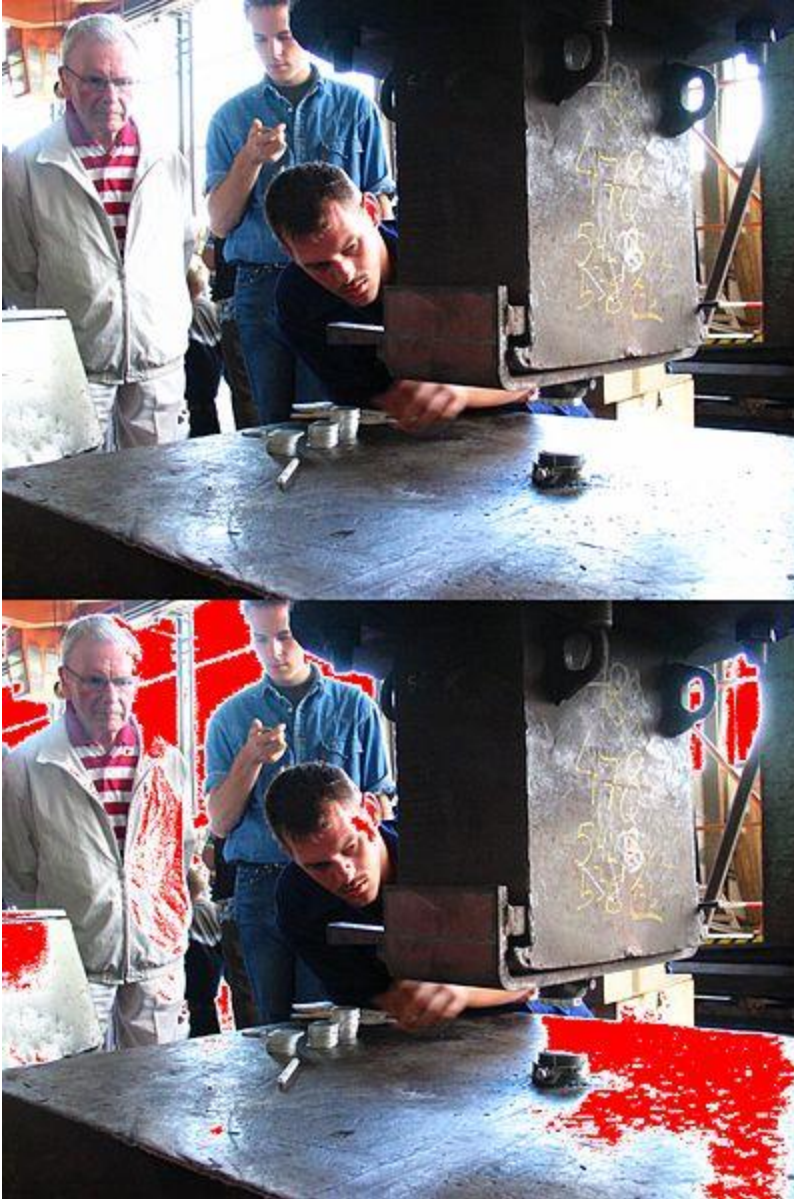
本作中玩家可以对飞机的涂装颜色进行更改，做多有6种颜色可供选择。在基本的颜色贴图A上，把标记等不能改变颜色的部分信息在alpha 通道中（图C），把能够改变式样的各部分的颜色信息，存在RGBA各通道中，准备好两张收放好的Mask贴图（图B），在上面分配选好的颜色，在加上颜色贴图纹理就实现了。顺便说一句，为什么只能用6个颜色是因为本作是在线游戏，有生成贴图纹理的时间限制。





注： 白飞 $\text{B}$  = blown out highlights, 曝光过度。





上图是blown out highlights的示意

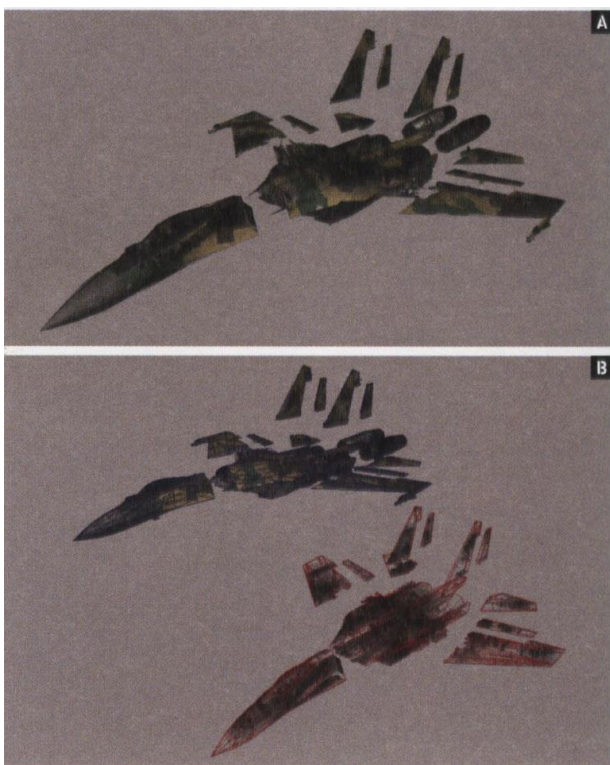
### 不受机体颜色影响的平均环境图

机械部分美术主管幸村修先生说，开发过程发现飞机贴图白色的部分和黑色的部分，当使用了环境图渲染后会出现很大的差异。那么开始试着探索原因，对于需要和环境图交互的纹理，因为是线性的计算，所以一旦让人看到黑的部分，白的部分就会溢出（前面介绍的曝光过度现象），相反一旦抑制白的部分，黑的部分就完全看不见了（图A）。像前述那样，由于本作中飞机的颜色是可以进行定制的，所以这个问题会导致由于玩家选择的颜色会产生让看到的样子改变的严重问题。所以最后使用了对数的log曲线来调节环境图的在Shader中的结果，这样实现了不受飞机颜色影响的平均环境贴图的表现，图C。



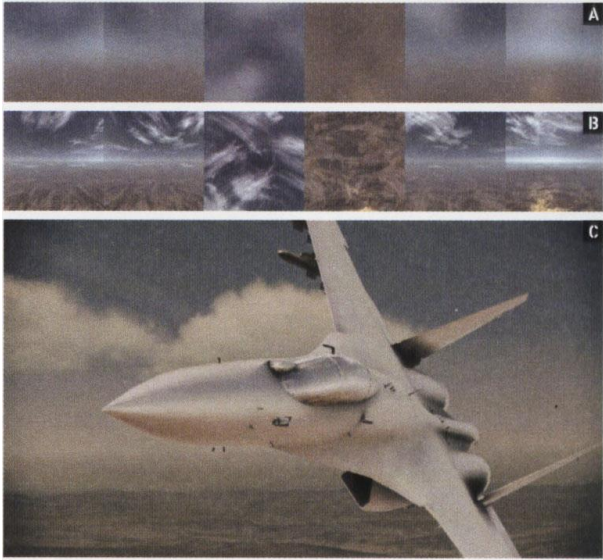
### 驾驶舱内的表现

本作中为了表现出驾驶员坐在驾驶舱内的闭塞感，要把驾驶舱内的驾驶员自己或HUD发出的光也反映到舱盖的贴图。还有，映照到舱盖上的驾驶舱内的图像因为是反射光，所以用通常的光源计算不能描绘出正确的方向性。那么就开发出了舱盖专用的shader，由于可以调节光源的方向，就可以表现出模拟的反射光映入的效果。



### 为了表现破坏的技巧

被破坏的敌方机体如图A那样被分成了13到14个零件，但损伤或烧黑等效果需要在零件之间设置贴图来表现图B。这样就可以一边有效的利用飞机的贴图，一边在全部机体上使用被破坏后的贴图，这个方法也能减少内存使用量。



### 两种环境贴图

驾驶舱盖等部位反射出的周边环境也是非常重要的元素，前作也是采用的环境贴图实现的。环境贴图应用在机体上也可以鲜明的做出涂了油漆那样的质感。本作准备了低分辨率的模糊图A和高分辨率清楚的图B两种环境贴图，让其符合机体的构成材料来分别使用，实现了在机体上反射的环境，图C。

---

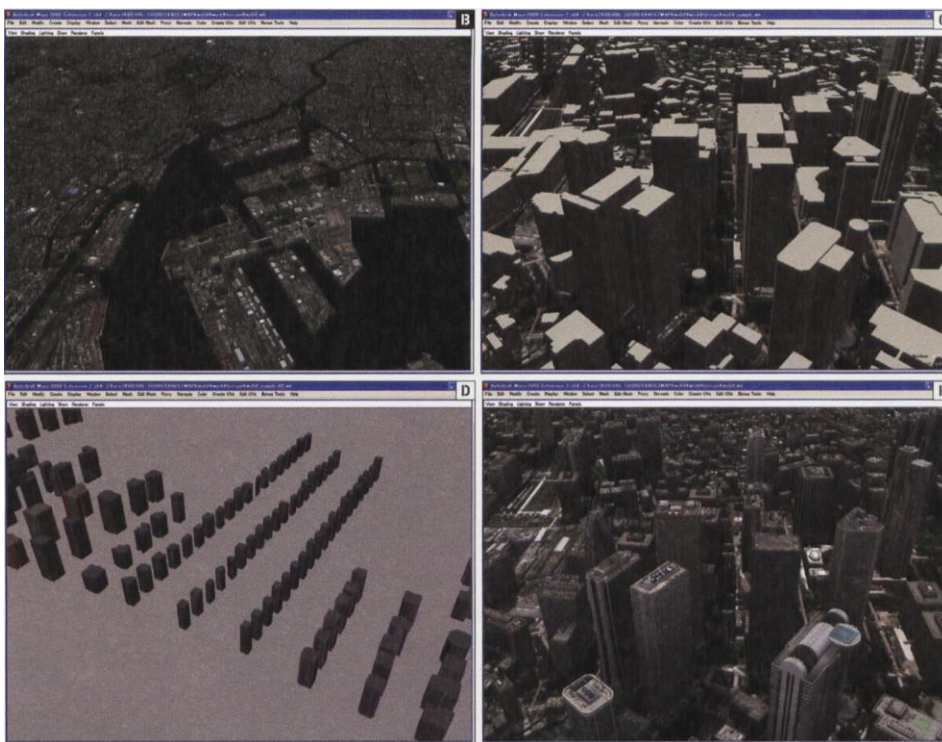
09

### 广阔而细致的地图制作

基于[地标建筑 (landmark)]，[轮廓 (silhouette)]，[建筑种类]这三个关键词，再现出本作的东京地图。这个广阔的场景是怎样做成的呢？







### 使用地图数据进行地图制作

东京舞台拥有写实并几乎总让人看成是真的那种压倒性的真实感，图A。基本的表面使用了卫星照片，图B。虽然对照这些也能配置建筑物，但要涉及到好几万幢建筑物要一个一个的配置，完全是不现实的工作。所以邀请了**incrementp**公司来协作，先输入建筑物的形状（包括建筑物的位置，面积，公寓或办公楼等属性）和高度数据，再开发出可以从平地拔出高度的生成建筑物轮廓的工具，图C。虽然由于这个方法可以自动的配置，但建筑物要做成每一个都有独自的形状，还是不现实，说到底是因为不能获得准确的数据。为此，在同一属性的建筑物上，根据占地面积和高度通过分类工具，把几万种的建筑分类成200种左右，图D，采用了选定各自有着平均轮廓建筑物的做成方法。还有，每次实际配置的建筑物模型做出来时，都会替换自动配置的建筑物，图E。



### 由本公司工具进行环境参数的调整

对本作的外观进行最终调整的是用公司内部的工具地图调整君N2进行的（图A）。（图B）是由色调曲线（Toon Curve）显示的色调变化的情况。界面从前作的输入数值升级到能直接操作曲线，可以做细致的调整。图C是Height fog打开/关闭的差异，被用在沙尘飞舞的地图或远景的山下平缓的原

野上的烟气朦胧。图D是显示的HDR关闭/打开的区别，实现了设定阈值后的Bloom效果。图E是表示反射的关闭/打开的样子。使用地图调整君N2还可以调整其他的，比如雾，雨，高光，太阳对于战斗机的影响，海面的高光，波浪的方向和速度，海面映入的天空，建筑物绘制的距离，云，地面的细节，树木的种类和数量，影子等所有的项目。

10



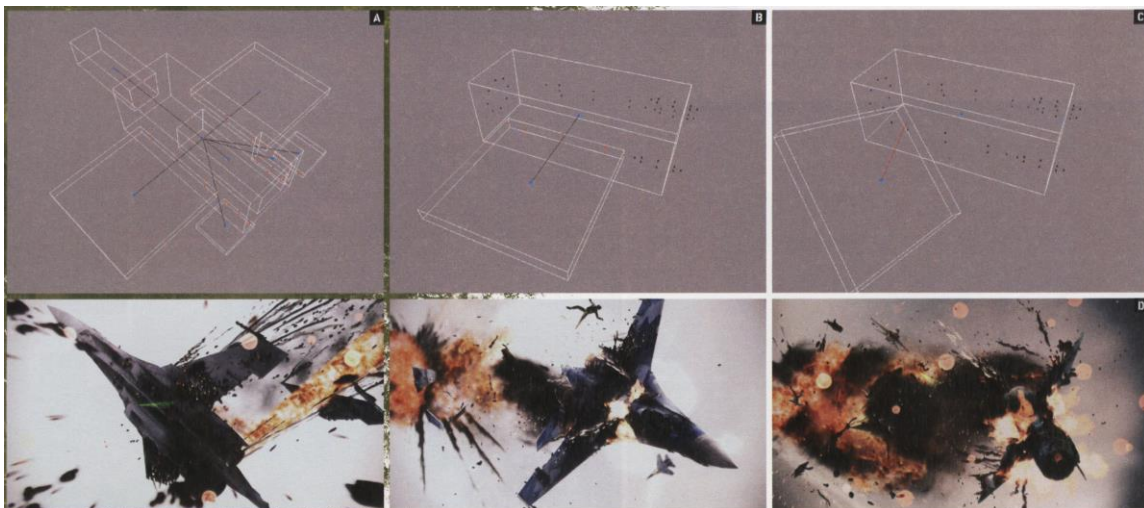
### 地标建筑（landmark）的制作

让人感觉像那个城市的就是标志性的建筑物。地图部分美术主管千家英嗣先生说，为了在本作中也可以感受到很像东京，从普通建筑到另类的建筑，把能代表东京的很多建筑物作成专用的模型。，建筑物模型的管理系统使用了从前作继承的Asset管理系统Alienbrain和公司的内部工具ConvertCentrl。

### 新的破坏表现的探索

本作是把[钢铁的虐杀]作为概念进行的开发。

最优先要传递给玩家的就是非常刺激的破坏视觉表现，下面就让大家看看这些手法。





### 由物理模拟的“破碎”表现

本作关键之处还有“机械凶杀(mechanism splatter)”的效果，也就是物体的破碎。一旦打算用基于物理的方式解决这个问题，那么就有必要用有限元法(Finite Element Method)等塑性体变形的模拟方法。由于计算能力等问题，需要一种简单高效的方法。美术指导的菅野昌人先生说，当初也讨论过采用骨骼动画来表现的手法，但最终采用了刚体间拥有多个接点的公司内制的物理模拟手法。图ABC就是由测试程序表现出战斗机破断的模拟模型的样子。各零件的青色点是重心，连接那些的线是表示物理性的连接，红色的点是破断后的各零件的接点。图B中在稳定的状态下机体相对于机翼的开始进行模拟，就要像图C一样选择一个接点来符合那时的状况，那里就是机体和机翼的新接合点，机翼也会对应的改变角度，最终的脱离机身。这些和实际的破碎效果虽然有些差异，但由于针对每个飞机都经过仔细调节，所以还是可以像图D那样再现出金属扭曲的效果。

11



### Bake动画的活用

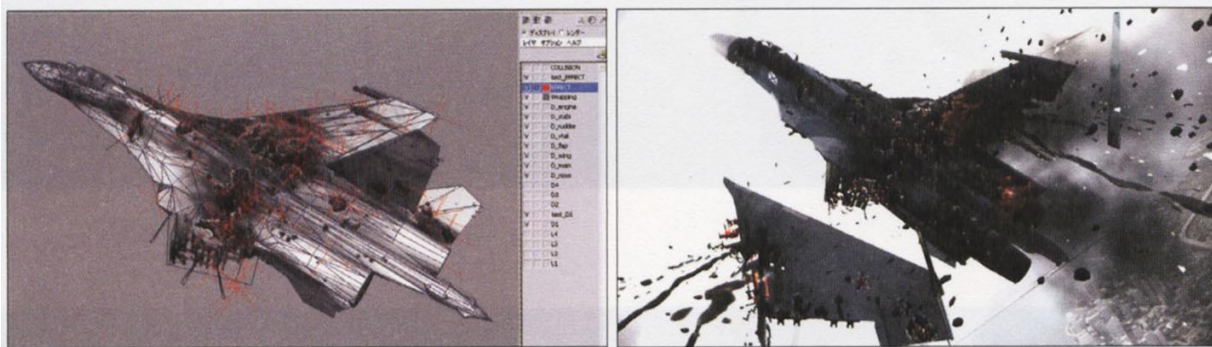
本作虽然如前述那样采用独立的物理模拟进行破坏的表现，不过在预先破坏的地方提前制作好了对象的破坏动画。这样就抑制了内存的消耗。



### 符合属性的破坏表现

本作中，对于地图上存在的东西基本上存在可以攻击的判定，更有设定出各自的属性，由于这样，对于同样的攻击，产生的被子弹打中的痕迹或飞散的破片的种类也会改变。这样，实现了根据情况的破坏效果。





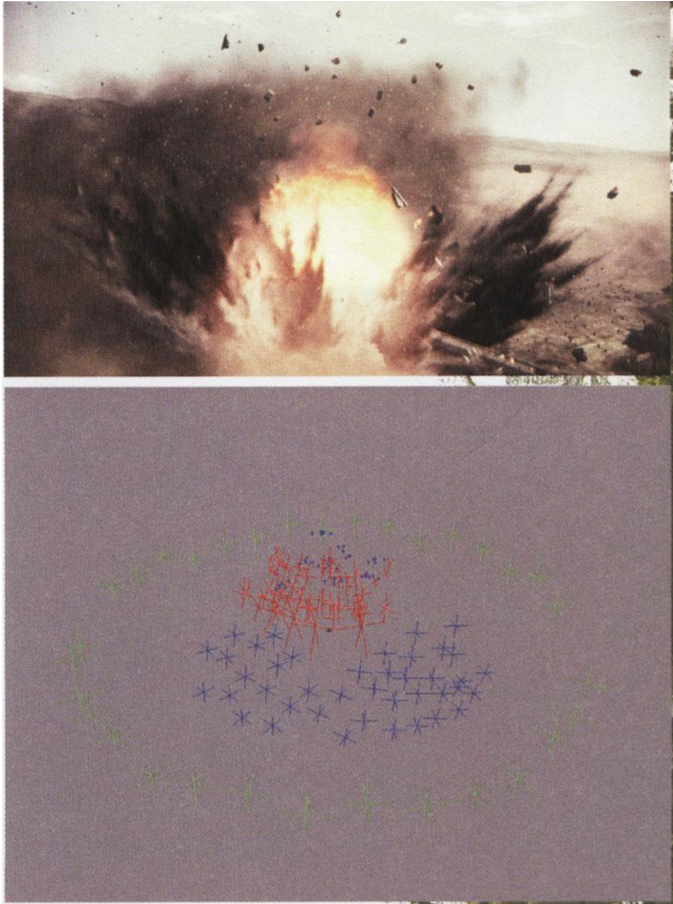
### 模型特效编辑器

机体的破坏特效设定中，使用了公司的内制工具模型特效编辑器（左）。这个工具，把七零八落的机体零件上加上了细小的节点，火焰或碎片，油等的特效，在时间轴上做细致的设定，就可以进行符合实际情况的扭动或弯曲，甚至机翼的折断等情况的破坏效果了（右）。



### Spline的活用

像右图，本作在画面上使用了大量多彩的特效，经常会陷入内存不足的情况。所以，VFX美术主管的藤井景一先生说，预先决定好要做特效之后，如左图所示，用Maya的Spline做好后再播放，用这个方法减少内存的消耗。



### Collector编辑器

本作中，在地图上会有很多产生大量烟和火焰的情况（上）。一旦数目多了起来，内存开销就会变大，所以使用了Collector编辑器，用一个特征关联起多数的特效，形成的树状的连接，让其连续的产生特效，这样可以有效的减少内存负荷（下）。