

論文

ボーイングにおける航空機生産の効率化と労働コストの抑制

山 崎 文 徳*

要旨

本論文では、ボーイングが、中核的な生産プロセスである最終組立工程において、増産に対応しながら生産を効率化する一方で、外注化を含めた生産拠点の選定を手段として労働コストの抑制を試み、そのことが自らの生産力基盤の脆弱化をもたらした側面を明らかにした。

ボーイングは、1990 年代に日本製造業のリーン生産システムに学び、2000 年代には移動式組立ラインを導入した。2012 年には、ノースチャールストン工場でボーイング 787 の最終組立を行なうことで、労働組合によるストライキを回避し、労働条件を切り下げするための手段を手に入れた。しかし、2010 年代末に、ボーイング 737MAX の墜落事故に加えて、787 の品質問題がボーイングの経営に打撃を加えた。短期的利益の追求が、製造業としての根本にかかわる労働と安全の問題を引き起こし、生産力基盤の脆弱化をもたらしたとみることができる。

キーワード

国際分業、リーン生産システム、移動式組立ライン、労働協約、労働コスト

目 次

1. はじめに
2. 民間航空機部門の収益性を支える生産体制
 - (1) 収益性の条件としての航空機販売
 - (2) 主要な生産拠点と国際的な分業構造
3. 航空機需要の増大への対応と生産ラインの効率化
 - (1) 航空機生産におけるリーン生産システムの導入
 - ① 日本製造業に対する調査団の派遣と交流
 - ② リードタイムの短縮と在庫の圧縮
 - (2) 航空機の増産と移動式組立ラインの導入
 - ① 狭胴機における移動式組立ラインの導入
 - ② 広胴機における移動式組立ラインの導入
4. 生産拠点の選定と労働コストの抑制
 - (1) 労働協約を通じた労働条件の向上
 - (2) コスト抑制の手段としての生産拠点の選定
 - (3) 生産拠点の集約と安全・労働問題
5. おわりに

* 立命館大学経営学部 教授

1. はじめに

1978 年のアメリカ航空規制緩和以降、航空輸送会社は、低価格競争を強いられたことでトータル・コストの抑制、つまり燃料費、整備費や部品交換費、メンテナンス費用、乗務員の人件費などの運航コストの抑制に加えて、低価格の航空機材を航空機メーカーに求めた。一方でボーイングのような航空機メーカーは、1980 年代後半からのエアバスによる航空機市場の獲得に対抗するため、航空機価格を値引きしても利益を得られるようコストの抑制に取り組んだ（山崎，2009，p.240，山崎，2010，pp.75-79）。

そこでボーイングは、自社内部の生産プロセスでコンピュータなど電子技術を活用する一方で、内製範囲の縮小と外注化によってコストの抑制を試みた（山崎，2009）。外注化によって、ボーイングはシステム・インテグレータとしての性格を強め、内製していたシステム統合やサブ組立をティア 1 のメガサプライヤ（システム・サプライヤ）に任せ、モジュールやセクションの単位でシステムを調達するようになった。その到達がボーイング 787 である（山崎，2011）。

本論文では、ボーイングが、中核的な生産プロセスである最終組立工程において、増産に対応しながら生産を効率化する一方で、外注化を含めた生産拠点の選定を手段として労働コストの抑制を試み、そのことが自らの生産力基盤の脆弱化をもたらした側面を明らかにする。

欧米企業は、1980～90 年代に日本製造業が世界市場を獲得する中で、トヨタ自動車に象徴されるリーン生産システムを研究した。植田浩史によれば、リーン生産システムとは、日本の生産システムが、地域性を超えた普遍的特徴をもつものとして理論化、純化され、下請システムを含めた生産システムとして体系化されたものである（植田，2009，p.65）。平野健によれば、1990 年代のアメリカ製造業では、リエンジニアリングと称してリーン生産システム（日本的生産システム）が導入され、経営合理化が図られた。その過程で、「自らは得意な業務あるいは高付加価値の業務（コア・コンピタンス）に特化し、不得手な業務や低付加価値の業務はそれを得意とする外部企業に委託する『アウトソーシング』が進められた」（平野，2008，pp.29-30）。航空機産業は日本企業が十分に競争力をもたない分野であったが、ボーイングのような航空機メーカーも、他業種である自動車産業の成果を、中核的な生産拠点だけでなく、サプライヤを含めた生産システムとして導入してきた。本研究では、自動車産業に比べれば非量産型の航空機産業においてリーン生産システムがどのように理解されて取り入れられたのかを検証する。

一方で、外注化や生産拠点の移転は労働者にとっては雇用の喪失となる場合があり、とくに IAM（International Association of Machinists：国際機械工組合）のような労働組合から強い反発を招き、1990 年代後半からは労働協約（bargaining agreement）の改訂のたびに、ボーイング

はストライキで生産の中断を余儀なくされた。そこでボーイングは、生産拠点の選定を交渉材料として労働組合の弱体化を図り、労働コストの抑制を試みた。Mseitif (2014) は、生産拠点をシアトル以外に移すことは生産性が低く、リスクが高いことをボーイング経営陣が認識していたにもかかわらず、労働組合の力を弱めてストライキや労働コストの上昇を回避するために、ワシントン州の外部に生産拠点を開設したと論じた。本論文では、シアトル・タイムズ (Seattle Times) の航空宇宙専門記者のゲイツ (Dominic Gates) の論考なども踏まえて、安全性や労働者の視点からもボーイングによる生産効率化の影響を分析する。

なお、100 座席以上の航空機には、客室内が 2 通路の広胴機と単通路の狭胴機があり、ボーイングの場合、機体の大きさ順に広胴機はエンジン 4 発の 747、双発の 777、787、767、狭胴機は 737 があり、民間航空機部門では 787 と 737 が生産機数の多い主力機種である。ワシントン州シアトルのレントン (Renton) に狭胴機 (737)、エバレット (Everett) に広胴機 (747、777、767、787 [～2021])、サウスカロライナ州のノースチャールストン (North Charleston) に広胴機 (787) の最終組立工場をもつ。

以下では、第 2 章でボーイングの収益と航空機販売の連動、それを支える生産体制を確認する。第 3 章では、ボーイングが、増産に対応しながらコストを抑制するためにリーン生産システムを導入したことを明らかにする。第 4 章では、ボーイングが生産拠点の選定を交渉材料に用いて労働コストの抑制を試みる一方で、広胴機と狭胴機の主力機で安全・労働問題を抱えたことを明らかにする。

2. 民間航空機部門の収益性を支える生産体制

まず、ボーイングの民間機部門における収益（売上高）と生産の関係を確認し、収益性を実現する生産体制を、主要な生産拠点と構造部材の国際分業の視点から確認する。

(1) 収益性の条件としての航空機販売

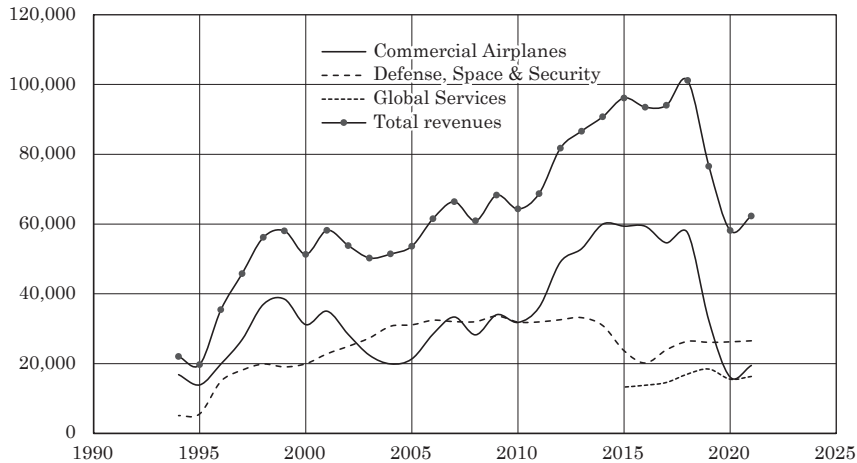
ボーイングの部門別の収益（売上高）と利益を図 1 に示す。部門構成は、大きく民間機部門 (Commercial Airplanes) と軍事部門 (Defense, Space & Security) に分かれ、軍事部門の収益は、マクダネル・ダグラスと 1997 年に合併してからは 200 ～ 350 億ドルである¹⁾。民間機部門の収益は変動幅が大きく、1990 年代後半から 2000 年代初頭は 300 ～ 400 億ドルで、2000 年代半

1) 軍事部門としているのは、2006 年以降の「Defense, Space & Security」、2003 ～ 05 年の「Integrated Defense Systems」、1998 ～ 2002 年の「Military Aircraft and Missile Systems」と「Space and Communications」の合計、1997 年の「Information, Space and Defense Systems」、1994 ～ 96 年の「Defense and Space」である。2015 年からは、それまで軍事部門に含まれたグローバル・サービス (Global Services) が独立し、民間機部門、軍事部門、グローバル・サービス部門が主要な 3 部門となっている。

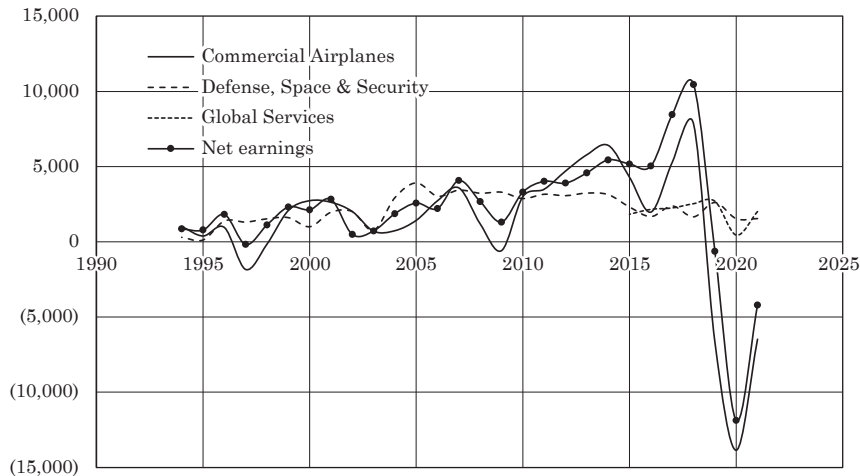
ばに減少してから 2010 年代後半は 600 億ドルに達して全体の 4 ～ 6 割を占めた。しかし、2019 ～ 2021 年には大きな損益を出した。

図 1：ボーイングの部門別業績の推移

(a) 部門別収益（売上高）（百万ドル）



(b) 部門別利益（百万ドル）



出所：Boeing（2021），p63 及びボーイングの 1996 ～ 2021 年の “Annual Report” の Summary of Business Segment Data より。

航空機需要は、冷戦終結後は湾岸戦争と経済的低迷によって落ち込んだが、1990 年代後半から 2000 年代初頭は増大し、2001 年 9 月のアメリカ同時多発テロの影響で再び減少した後に、2000 年代後半から機材の更新や代替によって増大し、2008 年 9 月の金融危機時は新興国の経済成長が支えとなって逆に広胴機と狭胴機の需要が増大し、ボーイングは高収益を実現した。

ところが、ボーイングの高い収益性は、2019年以降に航空機の納入が激減して落ち込み、民間機部門は2020年に138億ドルの損益を出した。2018年10月と2019年3月のボーイング737MAXの墜落事故とその後の納入停止（2020年12月に納入再開）、787は製造不具合が重なって2020年10月から2022年7月まではほとんど納入ができず、狭胴機と広胴機の両方の主力機が販売不振に陥った。さらに米中対立の影響や、2020年以降の新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的流行により需要が減退した（日本航空機開発協会、2022, pp.9, 15）。

表1にボーイングの納入機数を機種別に示す。1990年代半ばには半数以上が広胴機であったが、1990年代末から2000年代は狭胴機が7～8割を占めた。広胴機は、生産数の多い787やエアバスA350でも、月別平均の納入機数が最大で10機前後であるが、狭胴機の場合、737は2018年のピークで48.3機、エアバスA320は2019年に53.5機を記録した。1990年代の後半や2000年代半ば以降は狭胴機の納入機数が増え、需要に応じて増産が実現されたことがわかる。

表1：ボーイングとエアバスの機種別の納入機数（左）と月別平均納入機数（右）

	ボーイング							エアバス									ボーイング				エアバス					
	狭胴		広胴			合計	狭胴	広胴						合計	狭胴		広胴	狭胴	広胴							
	737	757	747	767	777			787	320	300	310	330	340							350	380					
1991	215	80	64	62			421	119	25	19					163	1991	17.9					9.9				
1992	218	99	61	63			441	111	22	24					157	1992	18.2					9.3				
1993	152	71	56	51			330	71	22	22	1	22			138	1993	12.7					5.9	0.1			
1994	121	69	40	41			271	64	23	2	9	25			123	1994	10.1					5.3	0.8			
1995	89	43	25	37	13		207	56	17	2	30	19			124	1995	7.4	1.1				4.7	2.5			
1996	76	42	26	43	32		219	72	14	2	10	28			126	1996	6.3	2.7				6.0	0.8			
1997	135	46	39	42	59		321	127	6	2	14	33			182	1997	11.3	4.9				10.6	1.2			
1998	282	54	53	47	74		510	168	13	1	23	24			229	1998	23.5	6.2				14.0	1.9			
1999	320	67	47	44	83		561	222	8		44	20			294	1999	26.7	6.9				18.5	3.7			
2000	281	45	25	44	55		450	241	8		43	19			311	2000	23.4	4.6				20.1	3.6			
2001	299	45	31	40	61		476	257	11	1	35	22			326	2001	24.9	5.1				21.4	2.9			
2002	223	29	27	35	47		361	236	9		42	16			303	2002	18.6	3.9				19.7	3.5			
2003	173	14	19	24	39		269	233	8		31	33			305	2003	14.4	3.3				19.4	2.6			
2004	202	11	15	9	36		273	233	12		47	28			320	2004	16.8	3.0				19.4	3.9			
2005	212	2	13	10	40		277	289	9		56	24			378	2005	17.7	3.3				24.1	4.7			
2006	303		14	12	65		394	339	9		62	24			434	2006	25.3	5.4				28.3	5.2			
2007	330		16	12	83		441	367	6		68	11		1	453	2007	27.5	6.9				30.6	5.7			
2008	290		14	10	61		375	386			72	13		12	483	2008	24.2	5.1				32.2	6.0			
2009	372		8	13	88		481	402			76	10		10	498	2009	31.0	7.3				33.5	6.3			
2010	376		0	12	74		462	401			87	4		18	510	2010	31.3	6.2				33.4	7.3			
2011	372		9	20	73	3	477	421			87			26	534	2011	31.0	6.1	0.3			35.1	7.3			
2012	415		31	26	83	46	601	455			101	2		30	588	2012	34.6	6.9	3.8			37.9	8.4			
2013	440		24	21	98	65	648	493			108			25	626	2013	36.7	8.2	5.4			41.1	9.0			
2014	485		19	6	99	114	723	490			108		1	30	629	2014	40.4	8.3	9.5			40.8	9.0			0.1
2015	495		18	16	98	135	762	491			103	14	27	635	2015	41.3	8.2	11.3			40.9	8.6			1.2	
2016	490		9	13	99	137	748	545			66	49	28	688	2016	40.8	8.3	11.4			45.4	5.5			4.1	
2017	529		14	10	74	136	763	558			67	78	15	718	2017	44.1	6.2	11.3			46.5	5.6			6.5	
2018	580		6	27	48	145	806	626			49	93	12	780	2018	48.3	4.0	12.1			52.2	4.1			7.8	
2019	127		7	43	45	158	380	642			53	112	8	815	2019	10.6	3.8	13.2			53.5	4.4			9.3	
2020	43		5	30	26	53	157	446			19		59	4	528	2020	3.6	2.2	4.4			37.2	1.6			4.9
2021	261		7	32	24	14	338	483			18		55	5	561	2021	21.8	2.0	1.2			40.3	1.5			4.6
合計	9,391	893	881	1,045	1,677	1,006	14,893	10,176	282	143	1,529	377	461	251	13,219											

出所：日本航空機開発協会（2022），pp.II-3-II-6。

航空機の代金は発注時、最終組立後の塗装前、顧客への納入後に 1/3 ずつが支払われ、エンジンのようにアフターマーケットが大きいので、航空機メーカーにとって収益と航空機の納入機数は連動しているとみることができる²⁾。

（2）主要な生産拠点と国際的な分業構造

300 ～ 600 万点の部品からなる航空機は、広範な分業にもとづいて生産される。需要に応じて増産を可能にしたボーイングの生産拠点と国際的な分業構造を表 2 に示す。

第一に、レントンでは、1954 年にボーイング初の民間航空機 707 の原型機 367-80 を初飛行させてから、707、727、737、757 の狭胴機を最終組立し、2022 年時点では 737 のみを生産する（Sloan, 2013a, p.34）³⁾。単一の航空機に統合するまでには、航空機体、エンジン、各種システムの製造とサブ組立が行われる。737 の場合、主翼はレントンで組み立て、機首部（コクピット）を含む胴体はティア 1 のスピリット（Spirit AeroSystems）がカンザス州ウィチタ（Wichita）で生産し、約 2000 マイル（3,200km）を約 8 日間かけてレントンまで鉄道輸送する（Sloan, 2013b, p.33）。スピリットの工場は、以前はボーイングのウィチタ部門だったが、外注化の方針のもとで 2005 年に売却された。その後、スピリットは、ボーイングだけでなくエアバスやボンバルディアにも航空機体を供給するグローバルなメガ・サプライヤに成長した⁴⁾。

第二に、エバレットでは、超大型の広胴 4 発機 747 を生産するため 1967 年に工場が建設さ

表 2：主なボーイング機の生産拠点と輸送手段

	737	777	787
最終組立	Boeing (Renton/WA) × 3	Boeing (Everett/WA) × 1	Boeing (Everett/WA) × 1 Boeing (North Charleston/SC) × 1 …2021 年から North Charleston に集約
主翼	Boeing (Renton/WA)	Boeing (Everett/WA) → 777X 《複合材》	MHI (Japan) 《複合材》
胴体	Spirit (Wichita/KS) ※ 2008 年までは Boeing の Wichita 部門	Spirit (Wichita/KS) MHI/KHI/Subaru (Japan)	Spirit (Wichita/KS) … (41) KHI/Subaru (Japan) … (43/45/11) Alenia (Italy) … (44/46) Boeing (North Charleston/SC) … (47/48) ※ 2009 年から Vought の後部胴体 (47/48) と Global Aeronautica の中央部胴体 (43-46) の結合・統合を Boeing に移管
主な輸送手段	陸上輸送（鉄道）	海上輸送	航空輸送

出所：ヒアリング調査や工場見学などから筆者作成。

2) レントン工場の見学（2018 年 2 月 12 日実施）より。

3) ボーイングのホームページ（<https://www.boeing.com/company/about-bca/renton-production-facility.page>, 2022 年 11 月 18 日閲覧）より。第二次世界大戦中に、この土地が州政府、さらには連邦政府に譲渡され、ボーイングの戦略爆撃機 B-29 が生産されたことに起源をもつ。

4) スピリットのホームページ（<https://www.spirit-aero.com/company/overview/history/>, 2022 年 11 月 18 日閲覧）。

れてから、747、767、777、787といった広胴機が最終組立されてきた⁵⁾。777と777Xは、主翼をエバレット工場で組み立て、機首部はスピリット、その他の胴体は三菱重工業（MHI）、川崎重工業（KHI）、スバルが生産する。日本企業が生産する777の胴体は、787と比べて機体が大きく空輸は困難なので、名古屋港からコンテナ運搬船でシアトルまで2週間、通関の通過を入れると3週間かけて海上輸送される（川崎重工業、2005a, p.7）⁶⁾。

第三に、2012年からはサウスカロライナ州のノースチャールストンにも787の最終組立工場が設置された。787は主翼を含む機体のほとんどに複合材が使用され、ボーイング機では唯一、国外企業の三菱重工業が主翼を生産する。胴体は、機首部（section 41）がスピリット、前部胴体（section 43）が川崎重工業、中央部胴体（section 44/46）がイタリアのアレニア（Alenia）、中央翼ボックス（section 11）がスバル、主車輪格納部（section 45）が川崎重工業、後部胴体（section 47/48）がボーイングのノースチャールストン工場によって生産される。胴体と主翼は、専用の輸送機ドリームリフターによって航空輸送される。

三菱重工業の主翼とスピリットの機首部は、2021年まではエバレットとノースチャールストンのそれぞれの最終組立工場に運ばれた。一方、川崎重工業の前部胴体（43）とアレニアの中央部胴体（44と46）、スバルの中央翼ボックス（11）と川崎重工業の主車輪格納部（45）はノースチャールストンに航空輸送され、ノースチャールストン工場で生産される後部胴体（47/48）とともに中央部胴体（43～46）に結合・統合され、2021年まではノースチャールストンとエバレットの最終組立工場に航空輸送された。

3. 航空機需要の増大への対応と生産ラインの効率化

冷戦終結後、1990年代以降のボーイングは、激化するエアバスとの市場競争のもとで、航空機需要の増大に対応しながら生産の効率化に取り組み、日本製造業に学んでリーン生産システムと移動式の最終組立ラインを導入した。

（1）航空機生産におけるリーン生産システムの導入

①日本製造業に対する調査団の派遣と交流

1970年代末頃から、日本の自動車、電機・電子産業は、世界市場でシェアを獲得し、アメリカの技術水準に追いつき、一部の分野では追い越すようになった。1980年代のアメリカ製造業は「国際競争力」が低下し、ヤング・レポートやMITのプロジェクトでは具体的な問題

5) ボーイングのホームページ（<https://www.boeing.com/company/about-bca/everett-production-facility.page>, 2022年11月18日閲覧）。

6) 航空機体メーカーA社におけるヒアリング調査（2017年9月20日）より。

提起がなされた (The Report of the President's Commission, 1985, Dertouzos, 1989)。アメリカ製造業は、日本自動車産業、とりわけトヨタ自動車のトヨタ生産システム、もしくはリーン生産システムに関心をもち、日本に調査団を送って視察や交流を重ねた。

航空機産業でも、ボーイングは、相対的に生産量が多い 737 の生産でリーン生産システムを導入した。1978 年の航空規制緩和以降、737 が LCC (Low Cost Carrier : 低コスト航空輸送会社) の低価格競争を担う主力機になると、1984 年運航の 737 クラシック (-300/400/500/600) は 2,057 機、1997 年運航の 737NG (-700/800/900) は 7,026 機が生産された⁷⁾。

ボーイングは、1989 ~ 90 年に三菱重工業や川崎重工業の航空機工場に技術者を半年以上常駐させ、1990 年末には民間航空機グループのギッシング副社長を社長直属の CQI (連続品質向上) 責任者に任命した。ギッシング副社長のもとで、日本企業の品質管理・改善に関する研究・調査チームの派遣が繰り返され、三菱重工業の長崎造船所、石川島播磨重工業 (現在の IHI) の田無工場、トヨタ自動車の本社工場の他、松下電器産業 (現在のパナソニック) や富士ゼロックス、コマツを訪問した。1990 年からの 2 年間、ボーイングはトヨタや NEC、新日本製鉄などの工場や研究所を見学する幹部研修も実施した (『日経産業新聞』1991 年 6 月 13 日付、1993 年 5 月 18 日付)。1978 年に始まる 767 の共同開発では日本側に設計技術者の派遣しか求めなかったが、1990 年に始まった 777 の基本設計でシアトルに常駐した 280 人の日本人技術者には多くの生産技術者が含まれた (『日経産業新聞』1991 年 1 月 5 日付)。

ボーイングでは、伝統的に設計と製造の間に壁があり、最善で理想の設計の追求が製造現場におけるつくりにくさを生み出し、再設計でコストが上昇したり、購入した高額の工作機械が使用できないということもあった。日本では、「現場が作りやすい設計にすることはコストダウンの最も有力な手段」(三菱重工名古屋航空宇宙システム製作所) という考え方が当たり前だが、アメリカでは設計技術者と生産技術者の立場の違いがしばしば指摘される (『日経産業新聞』1991 年 1 月 5 日付、『日本経済新聞』2014 年 11 月 21 日付)⁸⁾。

②リードタイムの短縮と在庫の圧縮

航空機需要は、1990 年代前半は湾岸戦争や経済的な停滞によって落ち込んだが、1990 年代後半は増大した。ボーイング CEO のコンディット (Philip Condit) は、「垂音速の航空機では

7) 日本航空機開発協会による「主要民間輸送機の受注・納入状況 (2022 年 9 月末現在)」の p.2 より (http://www.jade.jp/files/topics/90_ext_01_0.pdf, 2022 年 10 月 29 日閲覧)。当初は、レントン工場では 707, 727 が生産され、737 はボーイング・フィールドに隣接する工場 (L/N 272) で生産されていた。しかし、1970 年の経済的停滞から受注が低迷すると、ボーイングは狭胴機の生産をレントン工場に集約した (Sloan, 2013a, p.37)。1968 年運航の 737 オリジナル (737-100/200) は 1,144 機の生産機数にとどまっていたが、737 全体の生産機数は 1985 年に 100 機、1991 年には 200 機を超えた。

8) コマツ相談役の坂根正弘によれば、アメリカでは「新機種の設計などを手掛ける開発技術者と工場の設備企画や改善を進める生産技術者の間にはステータスの違いがあって、前者が後者より上位という感覚がある」。

性能で競う段階は終わった。顧客である航空会社が求める低い運航コストなどの価値を提供」することを重視し、「航空機と自動車は違うという言い訳には耳を貸さない」としてトヨタ生産方式の導入を目指した（『日経産業新聞』1997年7月1日付）。

しかし、ボーイングは18ヶ月で納入機数を毎月18.5機から40機まで急激に引き上げようとしたため、部品メーカーの供給力や作業員の訓練が不足して生産が需要に追いつかず、1997年10月には納期が6ヶ月程度遅れていた（『日本経済新聞』1997年10月1日付）。部品点数は1機300～600万点で仕掛かり在庫が約160億ドル（2兆円）に上ったことから在庫圧縮も課題であった（『日経産業新聞』1997年12月18日付）。さらに、1997年に運航を始める737NGを旧型の737クラシックと並べて1960年代の生産技術で製造することには問題があり、ボーイングはレントンを開鎖し、マクダネル・ダグラスのカリフォルニア州ロングビーチ（Long Beach）の717の工場に737のラインを移転することすら検討した（Sloan, 2013b, p.32）。

ボーイングは、トヨタグループのOBが設立した新技術研究所と契約し、現場の反発を受けながら在庫のムダを理解した（『日経産業新聞』1997年12月18日付）⁹⁾。また、ボーイングは、航空機の仕様決定から納入までの期間を18ヶ月から9ヶ月に短縮するために、航空機設計並びに製造管理のためのDCAC/MRM（Define and Control Airplane Configuration/Manufacturing Resource Management）を導入し、図面体系、部品管理を大幅に簡略化した。それまでは、生産機種と仕様が限られる軍需を念頭に生産管理がなされ、航空機の機体と部品が一对一で対応するように部品番号がつけられ、同じ航空輸送会社の同じ機種であっても仕様が異なる民間機生産では、顧客や機種が増えると部品番号の確認作業が大きな負担になった。そこでボーイングは、機体の90%を標準化し、シート（座席）やギャレー（厨房設備）、ラバトリー（洗面所）などのオプションを10%に抑えることを目指した。そして、部品番号の確認作業を簡略化し、設計変更の通知も伝えやすくするために、設計データ、治具、部品伝票、作業計画、認証取

9) 新技術研究所は、トヨタ自動車のカンバン方式の生みの親とされる大野耐一の教えを受けた岩田良樹会長を中心に、トヨタグループの社員が集まって1987年に設立された。工場で在庫の死蔵品に赤い札を貼って、「どうしてこんな恥をかかせるのか」という現場の反発を受けながら在庫のムダを理解した（『日経産業新聞』1997年12月18日付）。ボーイング民間機部門の製造・品質担当副社長（Manufacturing and Quality）のベッカー（Dan Becker）によれば、リーン生産システムは、①バリューストリームマッピングの作成と分析、②ラインのバランス、③作業の標準化、④アンドンの導入など作業の可視化（Put visuals in place）、⑤作業セットの準備（Point of use staging）、⑥供給導線の構築、⑦メインラインに沿った再設計（ブレイクスループロセス）、⑧パルスラインへの転換、⑨ムービングラインへの転換（連続フローラインもしくは一体フローライン：continuously flowing or one piece flow line）という9ステッププランで導入した（The Boeing 737/757 Lean Story, April 2, 2003, <https://www.yumpu.com/en/document/view/3898401/the-boeing-737-757-lean-story>, 2022年12月6日閲覧）。改善活動も取り入れられ、たとえばオーバーン工場では、737の主翼先端のシーリング工程に、以前は巨大なオープンを用いて7日間かけていたが、ヘアードライヤーをダクトテープで固定したアルミの箱に翼の先端を入れて加熱することで16時間に短縮した。レントンでは、757の主翼桁（spar）の製造時間を短縮するために、5日間にわたって現場の手順を観察するワークショップをもち、1分間に0.5インチ移動する移動式組立ラインを構築して天井クレーンの頻繁な移動を不要にし、ラインの横に刻まれた時間単位をみることで進捗状況を把握し、緑黄赤のランプ（アンドン）によって稼働状況を把握できるようにした（Holmes, 1998）。

得、サポートの六つに分かれていた製品データベースを一つに統合するべくコンピューターシステムを改良した（『日経産業新聞』1997 年 12 月 22 日付、大場，2003，p.37）。

（2）航空機の増産と移動式組立ラインの導入

ボーイングは、リーン生産システムを航空機部品や主翼工場に導入し、最終的にはレントンとエバレットの最終組立工場に移動式の最終組立ラインを導入した（図 2）。

①狭胴機における移動式組立ラインの導入

コルヴィ（Carolyn Corvi）は、2000～05 年にレントンの 737/757 プログラムの製造責任者を経て、2005～08 年に民間航空機的全プログラムの製造責任者になり、ボーイング社内ではリーン+（Lean+）と呼称されたリーン生産システムや移動式組立ラインの導入を主導した（Gates, 2016, Sloan, 2013b, p.32）。

2001 年頃から、十数人程度のチームが最後まで同じ機体を担当して、工場内に敷いたレールの上で機体をゆっくり動かしながら機材や主翼、座席を取り付けるようになった（『日経産業新聞』2004 年 8 月 4 日付）。2003 年頃には、毎分 2 インチ（約 5cm）で直線に移動するラインが形成された。これ以前は、出勤後に機体の向きを変えたり、部品が足りなくなると倉庫まで取りに行ったり、トラブル時に別の建物にいる同僚の到着を待つこともあった。

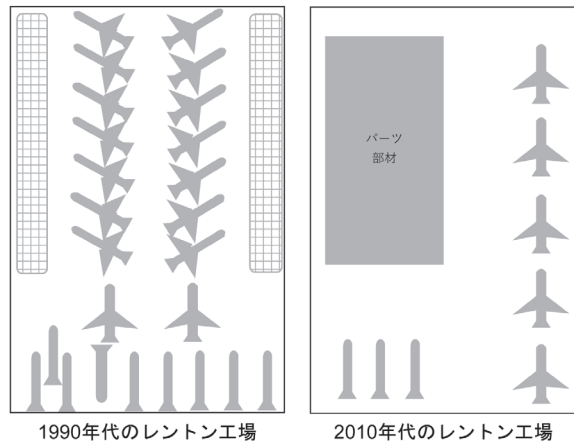
移動式組立ラインでは、専任者が機械工の道具や消耗品を補充する専用カート（“point-of-use” carts）を用意し、その日に必要な部品をそろえた（Holmes, 1998, 『日経産業新聞』2007 年 2 月 5 日付）¹⁰。ジャスト・イン・タイムの部品配送の結果、部品保管庫の過剰なスペースが不要になった。2001 年の地震で建物が損傷すると、それを契機として最終組立ラインの隣の部品保管庫に使われていた場所に、生産をサポートする技術者が常駐する体制をつくった（Wilhelm, 2012）。2004 年に 14 棟のビルから 2,500 人をライン近くに集めたのである（『日経産業新聞』2007 年 2 月 5 日付）。こうして 737 の組立期間は、1999 年の 22 日から 2005 年の 11 日に短縮された（Wilhelm, 2012, Sloan, 2013b, pp.33-34）。

表 2 に示した通り、737 は 2010 年代に生産機数が増え、2018 年には月別平均の納入機数が 48 機に達し、単純に考えれば 3 本の生産ラインそれぞれで毎月 16 機を生産した。2014 年には、生産ライン 2 本で毎月 40 機だったので、生産ライン当たり毎月 20 機を生産する計算であった。エアバスの場合、A320 の月別平均の納入機数が 53 機を記録した 2019 年でも、最終組立ラインはドイツのハンブルク（Hamburg）に 4 本、フランスのトゥールーズ（Toulouse）

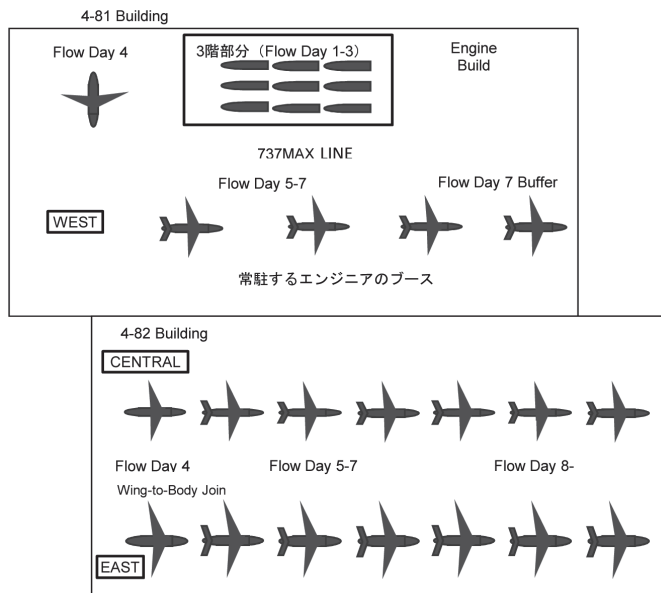
10) このカートは 1998 年には導入されていた。ボーイングの管理職は、変化に抵抗する人々を「コンクリート頭」と呼んだ。警戒心をもつ従業員は、この取り組みによって雇用が失われることを恐れていた。なお、エアバスは 2004 年に移動式組立ラインを導入した（Sloan, 2013b, p.34）。

図 2： レントン工場におけるボーイング 737 の最終組立ライン

(a) 移動式組立ラインの導入以前と以降の比較



(b) 737 の最終組立ライン



出所：Sloan (2013b), pp.32-39, Puget Sound Business Journal のウェブサイト (<https://www.bizjournals.com/seattle/news/2018/09/18/boeing-737-production-63-per-month-renton-factory.html>, 2023 年 1 月 24 日閲覧) 及びレントン工場の見学 (2014 年 3 月 19 日, 2017 年 8 月 20 日及び 2018 年 2 月 12 日実施) より。

に 2 本, アメリカのアラバマ州モバイル (Mobile) に 1 本, 中国の天津 (Tianjin) に 1 本だったので, 単純に平均すると生産ライン当たり毎月 6.7 機の生産だった (日本航空宇宙工業会, 2016, p.223)¹¹⁾。レントンの 737 の最終組立ラインは, 航空機産業ではかなりの量産ラインとみ

11) Aviation Wire の記事「エアバス, ハンブルクに A320 生産ライン増設 月産 60 機へ (2018 年 6 月 15 日付)」(<https://www.aviationwire.jp/archives/149470>, 2022 年 12 月 7 日閲覧)。

なせる。

2014 年の時点で、レントンの 2 本の最終組立ラインは、1 つが常に連続的に移動するムービングライン（moving assembly line）で、もう 1 つは断続的に移動するパルスライン（pulse line）だった。航空機を次の工程に移動させることと、作業時に固定構造物の代わりに固定するという目的を達成するためには、必ずしも常にラインを動かし続ける必要がないのである。

2018 年時点のレントン工場の 737 最終組立ライン（図 2）には、9 つのポジション（flow-day position）があり、原則として各ポジションで 1 日の作業、つまり 16 時間の作業後に夜間に次のポジションに移動させ、10 番目のポジション（catch-up day）に達するまでに 10 日程度で完成させることが標準であり、必要であれば 6 日で完成させることもできた。

大きくは、構造部材の結合、内装及び配線、エンジン搭載、試験の順に、部分的にはそれらが並行しながら組み立てられる。まずポジション 1 ～ 3 で胴体内部の 42 マイル（約 67.6km）に及ぶ配線や配管、断熱を行い、次に主翼や水平尾翼、降着装置、垂直尾翼といった構造部材を結合し、胴体内部の床や調理器具（ギャレー）が設置される。続いて降着装置の作動試験や加圧試験（ハイブロー）の試験が行われ、座席（シート）が取り付けられ、エンジンが搭載される。最後に設けられたバッファポジションでは、未完成機の作業が続けられる¹²⁾。

図 2 に示すように、2014 年時点では 4-82 工場と 4-81 工場に 1 本ずつ、合わせて 2 本の生産ラインがあったが、2017 年 5 月には 737MAX の運航が始まっており、4-82 工場にもう 1 本が追加されて生産ラインは 3 本に増えていた¹³⁾。

②広胴機における移動式組立ラインの導入

移動式組立ラインは、737 より大型の 777 や 787 といった広胴機でも導入された。

ボーイングは、2006 年にエバレットの 777 の最終組立ラインにクローラー（crawler）と呼ぶ 55 トンの車輪付き台車をまず 2 台、最終的に 6 台導入して移動式組立ラインを形成した。それ以前のクレーンを使う方式では、移動させる機体の重量に制限があり、胴体部分に油圧や電気のシステムを設置する間は固定構造物（fixed structure）に固定されていた。クローラーは、クレーンと固定構造物の両方を代替し、航空機の構造に歪みを与えることなく、より重い部品を移動させられた。また、シートなどの内装品を早い段階で設置できるようになった。クロー

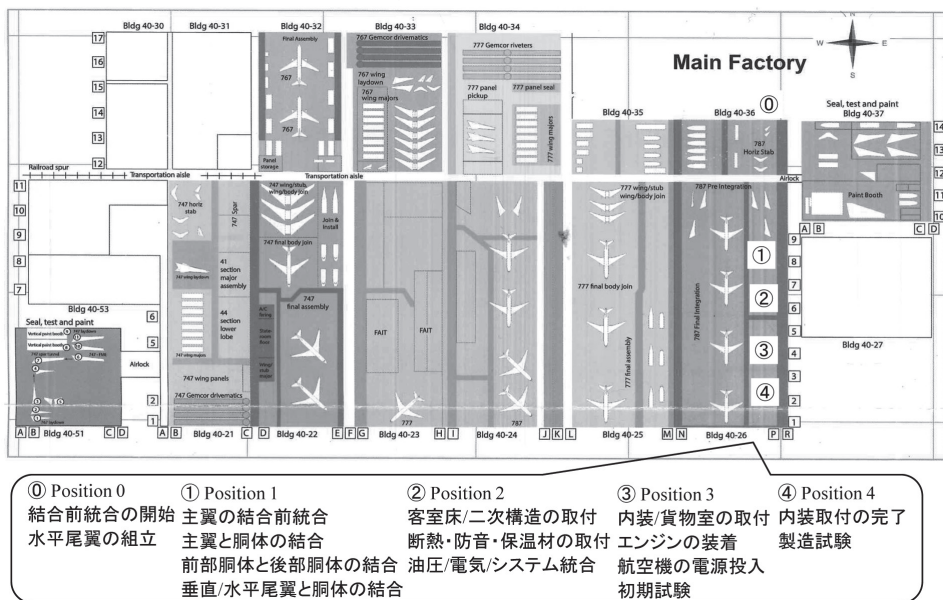
12) 2018 年 2 月 15 日の PNAA (Pacific Northwest Aerospace Alliance: 北西太平洋航空宇宙産業連合会) のシンポジウム (シアトル)、DNA の記事「ボーイング 737 が 9 日で出来上がる (2016 年 9 月 30 日付)」(<https://dailynewsagency.com/2016/09/30/how-boeing-builds-a-737-ax4/>, 2022 年 12 月 7 日閲覧)、レントン工場の見学 (2014 年 3 月 19 日, 2017 年 8 月 20 日及び 2018 年 2 月 12 日実施) より。2014 年時点ではエンジンの取り付けに 4 時間半かかることから、作業員は午前 5 時に工場に到着して午後 2 時までには作業を行っていた。座席は、リフター (seat-lifter) を使ってスロープを登らせて搬入することで、24 時間かかっていた時間を 2 時間に短縮できた。

13) 2014 年 3 月 19 日のレントン工場の見学時点で、737MAX 用に生産ラインを増設することが予定されていた。

ラーを設計・製造したノバテック（Nova-Tech Engineering）は、アラバマ州のデルタIVロケットの工場でロケットタンクを運搬する車両や、レントンの移動式組立ラインで737を牽引する装置も供給した（Gates, 2006, 月刊エアライン, 2010, p.98）¹⁴⁾。777の移動式組立ラインは2006年から2010年1月に導入され、内装の取付、胴体結合、最終組立がU字型に同期し、その結果、2003年から2009年にかけてリードタイムは24%短縮、組立工数は34%削減された（安田, 2013, p21）。

2011年から納入を開始した787は、外注化を進めたことでモジュールを結合するという性格が強くなり、図3に示すように、最終組立ラインは4つのポジションをもつパルスラインとなった。まず、4つのポジションに先立ったポジション0では、結合の前段階の作業がなされる。水平尾翼の結合、胴体後部へのテールコーンの取付、垂直安定板へのラダーの取付、主翼先端へのウイングチップの取付などである。ポジション1では、航空機の基本的な構造と機体フレームが組み上がるため、主翼と胴体、胴体の前部と後部、尾翼と胴体が結合される。台車に支えられて移動する787は、ポジション2で降着装置が取り付けられて自力走行でき

図3：エバレット工場とボーイング787の最終組立ライン



出所：月刊エアライン編集部（2011）、p.93 及びエバレット工場の見学（2014年3月17日実施）より。

14) 1968年設立のノバテック（Nova-Tech Engineering）は、1992年設立のAIT（Advanced Integration Technology）によって2017年に買収された。ノバテックは、ボーイングの737や777、787の最終組立のラインビルダーであり、エアバスのハンブルク工場のA320の4番目の最終組立ラインのラインビルダーでもある。アメリカのElectroimpactやスペインのMTorresが競合する企業である（2018年2月15日にシアトルで実施されたPNAAのシンポジウムより）。777の組立期間は、段階的に20日から12日にまで短縮することが目標とされた。

ようになり、二次構造部が完成し、システムの取付として、床面や内装材、電気や油圧などの配線や配管の取付や接続がなされる。ポジション 3 では、エンジンが装着され、ギャレーやラバトリーも搭載され、電源が投入されて試験が始まる。ポジション 4 では内装の取付が完了する（月刊エアライン、2011、pp.92-93、月刊エアライン、2010、pp.49-50）。

最終組立工場を出てから機体受領までには、塗装や最終検査が行なわれる。787 の場合、2014 年の時点で、最終組立ラインでは 1 ポジションで 1 週間（3～7 日）、合計 2 週間から 1 ヶ月かかり、塗装や試験を経て航空輸送会社による受領までに 2 ヶ月かかった¹⁵⁾。

ボーイングの塗装ハンガー（paint hanger）は、エバレットに 3 つ、レントンに 1 つ、レントン工場近くのボーイング・フィールドに 2 つある。広胴機を扱うエバレットでは、通常は 3～5 日、スターウォーズやディズニーをテーマにしたような細かい塗装の場合は 8～10 日かけて塗装され¹⁶⁾、1 機あたり 777 で約 270kg、737 で 115kg の塗料を使用する（Sloan, 2013b, p.33）¹⁷⁾。

塗装後は、メーカーであるボーイングによる機能試験と飛行試験、続いてカスタマーである航空輸送会社による機能確認（customer walk）と飛行試験（customer flight）を経て、FAA（Federal Aviation Administration：連邦航空局）が耐空証明を発行する。ただし、耐空証明の発行は、FAA の代理人としてボーイングの技術者が代替することができる¹⁸⁾。

4. 生産拠点の選定と労働コストの抑制

リーン生産システムや移動式組立ラインを導入するためには、生産現場の改編と労働者の対応が必須であり、とりわけ外注化や生産拠点の移転をとまなう場合は雇用問題に直結する。以下では、労働協約の改定時にボーイング経営陣が、労働コストを抑制するために、生産拠点の

15) 787 の生産は、当初は 1 ポジションで 1 日、組立に必要な作業日数は 3 日（ポジション 3 と 4 は同じ作業内容）が目指されたが（月刊エアライン、2010、pp.49-50）、2014 年 3 月時点のレントンでは、1 ポジションで 3 日、最終組立に合計 2 週間をかけるとされ、一方で全日本空輸株式会社（シアトル）におけるヒアリング調査（2014 年 3 月 17 日実施）では合計 1 ヶ月程度と説明された。Fly Team の記事「航空機のオーダーからデリバリーまでの流れ（スクート編）（最終更新日：2015/07/29）」（<https://flyteam.jp/focus/report/1/2>、2022 年 12 月 13 日閲覧）によれば、2014 年時点で 787 の最終組立の平均日数は 25 日から 1 ヶ月程度であった。なお、航空機の受領は、エバレットのペイン・フィールド（Snohomish County Airport）、レントン近郊のボーイング・フィールド（King County International Airport）、チャールストンのそれぞれで行われる。Sloan によれば、ロールアウト後は 3～6 週間に要する（Sloan, 2013b, p.38）。

16) 月刊エアライン（2011）、p.94 では、4～7 日と説明されている。

17) 787 と 777X 以外のボーイング機は、基本的に胴体外板がアルミ合金製であり、生産プロセスでは鏡のように磨き上げられた機体外表面側を保護するために黄緑色の仮保護塗装がなされる（川崎重工業、2005b, p.2）。塗装工程では、まずこの保護塗装を除去し、胴体全体を溶剤で洗浄して酸性洗剤で酸化除去し、有色化学皮膜処理をしてから厚さ約 0.1～0.25mm（0.4～1.0 ミル）の下塗り、続いて厚さ約 0.5～1.3mm（2～5 ミル）の上塗りを行い、型紙を用いて装飾模様を描く。塗装は、作業台やクレーンを利用し、作業者が噴霧器（sprayer）を用いて手作業で行う。重量超過は許されず、「一人前になるには 15～20 年かかる」（川崎重工業、2005a, p.9）。なお、CFRP（炭素繊維強化プラスチック）は紫外線に弱く、生産プロセスでは 787 は白色に塗装されている。

18) FAA の認証制度における権限委譲の実態は、山崎（2022）で詳しく分析した。

選定を交渉材料として賃金や福利厚生（benefit cost）の切り下げを試み、それが労働問題だけでなく、安全性の問題をももたらしたことを明らかにする。

（1）労働協約を通じた労働条件の向上

ボーイング経営陣は、数年ごとに労働組合と労働協約を結んで賃金や福利厚生労働条件を定めてきた。1990年代以降は、待遇改善や雇用維持を求める労働組合に対して、経営陣は生産拠点の選定や外注化を交渉材料に用いて、労働組合の弱体化と雇用条件の切り下げを図った。

シアトルでは、ボーイングの機械工や組立工はIAM（国際機械工組合）の751地区（District 751）に所属する。IAM751地区は、1941年の結成後、ボーイング経営陣との交渉を通じて1990年代までに医療や年金といった福利厚生（benefit cost）の仕組みを確立した（IAM 751, 2014, pp.3-4）^{19）}。

労働協約の改定交渉中にあった1989年には、ボーイングの従業員16万6400人のうちIAMに加入する5万8000人が、エアバスとのコスト競争を意識する経営陣の提案を投票で拒否し、1977年以来となる48日間のストライキを決行した。1995年の69日のストライキでは、IAMが「製造部門の海外下請け発注は雇用機会の喪失につながる」と主張したのに対し、経営陣は「メガコンペティションに生き残るには生産の多国籍化が避けられない」と考えた（『日本経済新聞』1989年10月4日付、1995年11月24日付、1995年12月12日付）。

SPEEA（Society of Professional Engineering Employees in Aerospace：航空宇宙専門技術者協会）に所属する設計や認証にかかわる技術者は、シアトルに本社を置くマイクロソフトなどハイテク企業の技術者との所得格差への不満から、組合史上2回目となるストライキを2000年に38日間実施した（Mseitif, 2014, p.36, 『日本経済新聞』2000年3月18日付、2000年6月2日付）。

ボーイングは、777に続いて音速に近い遷音速で飛行するソニック・クルーザーを開発していたが、2001年の同時多発テロと景気後退による航空機需要の低迷と、コスト抑制という航空輸送会社の求めに応じて2002年に方針を転換し、2004年に全日本空輸をローンチカスタマーとして787の開発を進めた。787は、それまでにも増して開発と製造が外注化され、労働組合との交渉でも外注化や生産拠点の選定が問題になった。

2003年、787の最終組立工場は、ノースカロライナ州キンストン、サウスカロライナ州ノースチャールストン、アラバマ州モービルを退けてエバレットに決定された。決定の際には、人

19) 751地区は1935年に設立が許可され、1941年に結成された。1915年までに8時間労働日を、1950年に有給休暇（paid holiday）、1951年に健康保険（health insurance）や生命保険（life insurance）、1955年に年金制度（pension plan）、1968年に歯科保健（dental plan）、1977年に退職者の医療や眼科の保険適用を獲得した。1971年には、年末の休暇をクリスマスイブから新年まで延長し、1986年には完全なユニオンショップを勝ち取った。1974年からは、経営陣との契約交渉目的を設定するために組合員の投票結果を使用した。751地区は、これら制度の獲得や拡充のために、数年おきに経営陣と交渉を重ね、必要であればストライキを実施した。主なストライキは、1948年（140日）、1965年（19日）、1977年（45日）、1989年（48日）、1995年（69日）、2005年（28日）、2008年（57日）に実施された。

件費、税金、政府の規制も考慮されたが、エバレットの従業員の士気やワシントン州議会が可決した 30 億ドルの税制優遇措置が重要な意味をもった (Gates, 2003a)。

しかし、最終組立工場をエバレットに設置することが決まる一方で、開発と製造は大胆に外注化された。787 プログラムの責任者のベア (Mike Bair) は、787 では、リーン生産システムを取り入れる一方で、部品や組立の外注を増やし、777 や 767 とは異なってグローバル・パートナーが大きなセクションを完成させてエバレット工場に納めるよう構想した (Gates, 2003a)。機体構造の 65% と組立作業の大部分を外注し、777 の時のように、設計と製造やエンジニアリングのチームが緊密に作業するためにエンジニアリング拠点と組立ラインを近接させることは必要としなかった。そのため、SPEEA 事務局長のボファディング (Charles Boffarding) は、サブ組立の設計に関わる技術者が職を失う可能性を指摘していた (Gates, 2003b)。

部品加工でも外注化が進み、ボーイング最大の部品製造施設であるワシントン州のオーバーン工場 (Auburn) は、787 ではほとんど仕事を得られなかった。ボーイングは、オーバーンで行う小型で単純な航空機部品の製造から撤退し、国営航空会社がエアバスの顧客である南アフリカ、トルコ、ルーマニアの工場に 3 軸や 4 軸のフライス盤を移設した。ここにはオフセット生産と引きかえに顧客を奪おうとする政治的な目的もあった (Gates, 2003b, 2004a)。

2005 年の労働協約の改定では、福利厚生費の従業員負担を増やす経営陣の提案に対して、IAM が 28 日のストライキを実施し、787 の完成と出荷を優先する経営陣は提案を撤回して妥協した。その一方で、2003 年のボーイング社内文書では、「組合を弱体化させ、組合員を削減する」労働対策が練られていた (Gates, 2004b, 『日本経済新聞』2006 年 1 月 19 日付)。

2008 年の労働協約の改定でも IAM は 57 日のストライキを実施し、787 の開発が 1 年以上遅れていたことから、最終的には経営陣が妥協した。ボーイングは、2005 年のストライキでは最低でも 3 億ドルの利益を失い、2008 年にも最初の 1 カ月だけで 13 億ドル以上の純損失を出した。組合が経営陣の提案を受け入れずにストライキに至った理由は、外注化の縮小を求める組合の要求に対応がなされなかったからであった (『日経産業新聞』2008 年 9 月 9 日付)。しかし、妥結した労働協約では、賃金と福利厚生が改善され、外部委託にも一定の歯止め措置がとられたが、787 の外注方針は覆らなかった (Gates, 2008, Hoop, 2008)。ただし、減少する現役従業員が膨大な退職者を支える仕組みはボーイング経営陣から問題視されていた。政府の国民皆保険制度が整っていないアメリカでは、退職者の医療や年金費用も企業が抱えており、たとえば自動車メーカーの GM では、2008 年の時点で過去 15 年間に「従業員の年金と退職者の医療費に 1030 億ドル (約 10 兆円)」を負担した (『日本経済新聞』2008 年 12 月 28 日付)²⁰⁾。

20) 全米自動車労組 (UAW) によれば、2007 年時点で「ビッグスリーの現役組合員平均で一人が退職者 (配偶者含む) 三人分の医療費や年金の費用をまかなう計算」であった。

（2）コスト抑制の手段としての生産拠点の選定

サウスカロライナ州のノースチャールストン工場は、787の開発トラブルによってボーイングが意図せずに入手した第三の最終組立の拠点であり、労働組合との関係に強く影響した。ボーイングによる外注化や生産拠点の移転は、労働組合からみれば雇用の流出を意味し、経営陣からみれば労働争議による損失を回避し、労働条件を切り下げるための手段でもあった。

1997年のマクダネル・ダグラスとの合併後、ボーイングは短期的な株主利益を重視するようになり、戦略的に外注化とコストの抑制を追求した。2003年に国防調達への贈賄スキャンダルでコンディットがCEOを解任されると、マクダネル・ダグラスのCEOを務めたストーンサイファー（Harry Stonecipher）は不倫問題で2年のみの任期となったが、マクナーニ（James McNerney）が2005～15年までCEOを務めた。その後、ミューレンバーグ（Dennis Muilenburg）が2019年に解雇され、カルフーン（David Calhoun）が後を継いだ。ストーンサイファーとマクナーニ、カルフーンは、いずれもがGEで会長を務めたウェルチ（Jack Welch）の影響を受けている。とくにマクナーニは、GEの時代にはウェルチの後継を争い、ボーイングでも従来の自前主義を排して外部調達を積極活用した（Talton, 2022, 『日経産業新聞』2008年9月9日付）。

外注化の方針のもとで、ボーイングのウィチタ部門は、2005年にスピリットに売却された。ノースチャールストンでも、ヴォート（Vought Aircraft Industries）が787の後部胴体を生産し、アレニアとヴォートの合弁会社グローバル・アエロノーティカ（Global Aeronautica）が中央部胴体（43～46）を結合・統合するよう計画された²¹⁾。ところが、787のヴォート担当部位は、技術的、財政的な問題を有し、所有元のカーライル・グループは、さらなる資金投入を拒否してヴォートの売却を模索した²²⁾。ボーイングは2008年にヴォート、2009年にアレニアがもつグローバル・アエロノーティカの株式を取得して完全子会社のボーイングチャールストン（Boeing Charleston, 現在のBoeing South Carolina）とし、ヴォートのノースチャールストン事業も2009年に10億ドルで買収した（Gates, 2009）²³⁾。

ボーイングは、外部調達を予定した2社の工場を内製化してノースチャールストンに生産拠点をもつことになり、2012年には7億5000万ドルをかけて787の最終組立工場を増設し

21) アレニアはイタリアのフィンメカニカ（Finmeccanica）の傘下にあった。グローバル・アエロノーティカは2004年に設立された。2004年、商務省の要請でサウスカロライナ州議会は、航空貨物施設に投資する企業に最大5000万ドルを提供するインセンティブ法案を可決し、それによってヴォートはチャールストンからシアトルのボーイング工場へ週20便以上運航すれば、資金援助の対象となった（McDermott, 2004）。

22) AITはヴォートの「スーパーインテグレータ」として、ヴォートの工場では787の後部胴体部分を製造し、機体の組み立てに不可欠な装置も製造していた。AITのカナダ工場は、機体組立時に円形を維持する炭素鋼の中空円筒「シェイプリング（shape ring）」を製造したが、このリングを丸のまま維持できないという問題を抱えた（Greising, 2007）。

23) ボーイングのホームページ（<https://www.boeing.com/company/about-bca/south-carolina-production-facility.page>, 2022年11月19日閲覧）より。10億ドルの内訳は、ヴォートに対する前払い金4億2200万ドルの免除と、現金5億8000万ドルであった。グローバル・アエロノーティカの株式は、ヴォートは保有する50%の株式を5500万ドルで2008年6月にボーイングに売却した（McDermott, 2004）。

た。これに対して、市議会は 2013 年に法人税の徴収額を 99% 減額し、航空機を増産しても年間税額が 100 万ドル以下になるよう設定した。最終組立の物流支援は 2011 年にニューブリード・ロジスティクス (New Breed Logistics) と、塗装施設は 2015 年にスカンスカ (SKANSKA) と契約し、生産拠点としての機能を整えた (PR Newswire US, 2011, The Associated Press, 2013, Paintindia, 2015)²⁴⁾。

ただし、IAM751 地区が入手した文書によれば、ボーイング経営陣は、工場開設のリスクが高いことを認識し、エバレットにとどまる場合と比べて少なくとも 15 ～ 20 億ドルが余分にかかることを把握していた (Mseitif, 2014, p.67)。つまり、外注化の方針から内製化に逆戻りしただけでなく、よりコストのかかる生産拠点を選定したことになるが、シアトル以外で労働組合の力が弱い生産拠点を選定することで、労働コストを抑制しようとしたのである。

アメリカでは、従業員が労働組合への加入を自ら決められる権利である労働権法 (right-to-work laws) が州法で認められると、労働組合への加入義務はなくなる。それが早くから普及した南部では労働組合の力が弱く、ノースチャールストン工場が立地するサウスカロライナ州はその典型である (West, 2008, 『日本経済新聞』2013 年 10 月 17 日付)²⁵⁾。ヴォートの労働組合も、ボーイングによる買収後、従業員の求めによって 2009 年に IAM から脱退した。ボーイング幹部の「主力工場で頻発するストライキを避けるためサウスカロライナ州を選んだ」という発言もあり、IAM751 地区は NLRB (National Labor Relations Board : 全米労働関係委員会) に提訴を行い、生産拠点の移転が法律に違反する報復行為と判断された (Getman, 2014, pp.1651, 1654-1655, 『日経産業新聞』2011 年 7 月 5 日付)²⁶⁾。

2011 年の労働協約では、787 の第二の生産拠点をめぐって経営陣と労働組合は対立したが、NLRB に対する IAM751 地区の訴状を取り下げを条件に、2016 年までの賃金や年金の改善と、新型の 737MAX をレントンで継続して最終組立することを経営陣は約束した (IAM 751, 2014, p.4)。つまり、737MAX の最終組立と 787 の生産拠点を南部に建設することがトレードオフの関係におかれ、労働組合が労働協約を承認しない場合は、労働条件の改善だけでなく 737MAX の生産に関する約束も撤回される可能性があった (Mseitif, 2014, p.63)。

2011 年の労働協約は 2016 年までの契約であったが、2014 年に、2024 年を期限とする新たな労働協約 (2016 ～ 24 年) が前倒しで結ばれた。それまでは、賃金が増えない場合でも福

24) ME&K Building Group と Turner Construction の共同事業 (BE&K/Turner) が、設計パートナーの BRPH とともに最終組立工場の設計・施工契約を獲得した (Airport Business, 2010)。

25) アメリカでは労組に強制加入するクローズド・ショップ制や、雇用後一定期間内に労組に加盟するユニオン・ショップ制が一般的である。

26) ボーイングの政府・地域社会関係担当副社長のキガ (Fred Kiga) は、労働不安 (labor unrest) がボーイングの将来の製造拠点の決定に影響すると 2011 年に発言し、広報担当者はワシントン州当局に対して労働組合がストライキを起こさないのであれば技能と経験をもつ労働者が存在するエバレットを好むと説明した。

利厚生の実現などで労使が妥協したが、2014年の改訂では、賃金だけでなく年金や医療でも労働者側に譲歩が迫られた（The World's Finest Workers, 2013, Gates and Brunner, 2014）²⁷⁾。

交渉では777の発展型である777Xの生産拠点が問題になった。ボーイングは、ワシントン州議会が税控除などの優遇策（incentive package）を立法化し、労働組合が譲歩をして2016～24年の契約条項を認めるならば、ワシントン州で777Xの最終組立と主翼製造を行なうことを言明した。それを受けて州議会は、ボーイングが州内で777Xを製造することを条件に87億ドルの税控除（tax break）を認めた。ところが2013年11月13日の労働組合の投票では、経営陣の提案が1対2で拒否された。そのためボーイングは777Xの生産拠点について他州からの入札を求め、アラバマ、カリフォルニア、カンザス、サウスカロライナ、ユタの少なくとも6州と協議した（Gates and Brunner, 2014, Rosenthal, 2013）²⁸⁾。しかし、土地と施設、インフラ（高速道路や鉄道、海港等）、労働者訓練プログラム、低い税金と法規制、熟練労働者の存在という条件を最も満たすのはワシントン州であった²⁹⁾。

経営陣の再提案に対して、改善がないという理由でIAM 751地区の指導部は再度の投票すら拒否をした。ところが、IAMの全米指導部は751地区に反対し、クリスマス休暇中の2014年1月3日の投票を命じた（Gates and Brunner, 2014）。州経済への影響を懸念する政治家のキャンペーンに加え、IAMのバッフエンバーガー国際会長（International President Thomas Buffenbarger）も経営陣の提案の承認を勧める手紙を組合員に送った。3万2000人の組合員のうち2万3900人が投票し、提案は600票差（49%対51%）で承認された（The World's Finest Workers, 2013, p.2, Gates and Brunner, 2014, IAM 751, 2014, p.4）。

2014年の労働協約でも777Xの雇用と労働条件がトレードオフの関係におかれたが、2011年以前の交渉と異なるのは、ボーイングが現実には生産を行う代替の生産拠点をすでに手にしていたことであり、製造業の国内回帰にともなう労働コストの切り下げ圧力を背景に、雇用流出

27) IAMによれば、2016年以降は賃金の上昇率が小さくなり、確定給付型年金の廃止と確定拠出型年金への移行によって退職者の受取額は株式市場の変動に左右され、医療保険料の支払いと自己負担額が増える提案であった。なお、この交渉の時点で従業員（被用者）の7～8割はすでに確定拠出型年金プランに移行していた（Ostrower, 2014）。

28) ワシントン州は、2003年に787開発の際にも20年間で32億ドル相当の税制優遇措置をとり、787の最終組立ラインはエバレットに設置された。ただし、その後、787の最終組立工場がサウスカロライナ州にも設置されたことから、2013年の法案では777Xの製造が州外に流出したら、ボーイングに対する税制優遇を取りやめる条項を含めた（Garber, 2013）。

29) ボーイングが求める420万平方フィートの土地と施設には最大100億ドルが必要と見積もられたが、ワシントン州にはすでに土地があり、追加的な建設によって数十億ドルを節約できた。インフラについても、州議会が123億ドルの交通法案（transportation bill）が審議予定で、そこにはボーイングのレントン、エバレット、オーバーン（Auburn）、フレデリクソン（Frederickson）といった州内の工場間物流が含まれた。労働者訓練プログラムについても、コミュニティ・カレッジや実習制度（apprenticeship）、ワシントン航空宇宙訓練・研究センター（Washington Aerospace Training and Research Center）などで訓練する人材が競合州の5倍と見積もられた（The World's Finest Workers, 2013）。

の現実的な懸念のもとで労働条件が切り下げられたのであった³⁰⁾。

（3）生産拠点の集約と安全・労働問題

労働組合をもたず、労働コストの抑制を念頭に設置されたノースチャールストンには、2021 年に 787 の最終組立が集約された。後述する品質問題で 787 の納入機数が 2020 年に 4.4 機、2021 年に 1.2 機と落ち込み、二ヶ所の最終組立工場を維持できなくなり、2020 年 10 月にノースチャールストンへの集約が決まった（Beene and Johnsson, 2020, Bonnassies, 2020）。787 ファミリーで最大の 787-10 は、ノースチャールストンで結合・統合される中央部胴体（43～46）がドリームリフターに乗せて運ぶには長すぎるという理由で、隣接するノースチャールストンの工場に 2018 年から最終組立されてきた（Johnsson, 2014）。そのため、787 の最終組立工場は、787-8 と 787-9 のみの最終組立を行うエバレットではなく、ノースチャールストンに集約されることになった。

2022 年時点でボーイングは、レントンで狭胴機の 737MAX を月産約 50 機、エバレットで広胴機の 777/777X など月産約 4 機、ノースチャールストンで広胴機の 787 を月産 10 機、年間合計 800 機を生産して 2018 年以前の水準に近づけることを目指している（Gates and Brunner, 2022）。

2020 年代のボーイングの主力機である狭胴機の 737 はレントン、広胴機の 787 はノースチャールストンで生産する体制となったが、その両方が 2010 年代末に安全の問題を抱えた。二度の墜落事故を起こした 737MAX の問題は、山崎（2022）で認証制度の面から検討した。

787 は、当初からトラブルが続き、2013 年にバッテリー火災事故が発生し（山崎, 2022, pp.125-126 など）、2010 年代末には品質管理が問題になった。リーン生産システムの導入は、外注化や生産拠点の移転とともに進められ、とくに 2000 年代以降の短期的利益の追求と労働コストを抑制するための取り組みが労働や安全の問題につながった。

ノースチャールストンでは、当初からエバレットと比べて生産時の品質のばらつきが問題視された。電気系統の近くに工具や金属片が放置され、品質管理者が生産上の問題に対処しようとしても上司から拒否されることもあった。2014 年には、カタル航空が、購入機のすべてをエバレットで最終組立された 787 にするよう要求した（The Seattle Times, 2020）³¹⁾。

30) 雇用と賃金をトレードオフの関係において労働組合に選択を迫る手法は他分野でもみられ、たとえば建設機械メーカーのキャタピラーは工場ごとに労働協約を更改する際に「工場廃止か、昇給凍結か」を迫り、シカゴ郊外の部品工場は 3 カ月のストライキを経て昇給凍結を受け入れ、カナダなど複数の工場は閉鎖か一時休止に追い込まれた。製造業の国内回帰は労働コストの低下をとめない、たとえば GE のケンタッキー州ルイビル工場は、新たに約 1000 人を採用して温水器の生産を中国から移管したが、その条件は 4 割の賃下げであり時給 13 ドルであった（『日本経済新聞』2013 年 12 月 13 日付）。自動車産業では全米自動車労組（UAW）に加盟しないトヨタ自動車が、南部のミシシッピ州での最低時給を、UAW の基準よりも 4 ドル低い 15 ドルに設定するなど低賃金化が進み、賃金の切り下げ圧力が存在した（『日本経済新聞』2014 年 5 月 3 日付）。

31) カタル航空は、787 を 2014 年に 18 機、2020 年に 37 機保有した大手の顧客である（日本航空協会、

KLM オランダ航空は、2019 年春にノースチャールストンから出荷された 787-10 について、はがれた座席、ピンの欠落や誤装着、締め付けが不十分なボルトやナット、燃料パイプの締め具が固定されていないなど、工場の品質管理が「許容可能な水準をかなり下回る」と指摘した (Slotnick, 2019)。一方、737MAX の墜落事故を調べていた司法省が 787 の生産にも調査を広げ (Kitroeff and Silver-Greenberg, 2019)、2019 年 4 月にはニューヨーク・タイムズが 2016 年までさかのぼる包括的調査を行ない、ノースチャールストン工場の粗悪な生産、不十分な監督、「安全よりもスピードを優先する」文化の存在を報告した (Kitroeff and Gelles, 2019, Gates, 2020a)。

後部胴体の外板 (skin) と二次構造 (substructure) をボルトで結合する際には、どうしても隙間が生じるため、それを埋めるためにシム (shim) を用いるが、ソフトウェアの欠陥によってシムを正確に製造できていないという問題が 2019 年 8 月に発覚した (Gates, 2021b, Gates, 2020d)。ウォールストリート・ジャーナルが 2020 年 8 月に確認した FAA (連邦航空局) の内部メモによると、ノースチャールストンでは製造方法が要件を満たすことを確認する試験を行わずにシムを生産していた (Tangel and Pasztor, 2020)。

2020 年 8 月に発見されたもう一つの問題は、同じ後部胴体の接合部で、自動ロボット装置 (automated robotic equipment) が原因で平滑性 (skin smoothness) を欠いていることであった (Gates, 2020d)。サイズ違いのシムと平らでない内側スキン (inner skin surface) という 2 つの欠陥が重なると、胴体の接合部に許容できないほどの隙間が生じる恐れがあった (Gates, 2020c)。さらに同年 9 月にはソルトレイクシティの自社工場で製造する 787 の水平尾翼で、規定以上の強い力で部品が締め付けられていたことが問題になり、すでに納入された約 900 機の 787 の追加検査が検討された (Gates, 2020c)³²⁾。

2019 年にボーイングは、隙間を埋めるシムを製作する「スマートツール (smart tool)」を活用して自動化することを理由に、標準的な品質管理の手順 (standard quality control procedure) を改革して約 900 人の品質の検査員 (quality inspector) を削減することを決定した (Gates, 2020c)。しかし、再三にわたる品質管理の問題により、自動車産業出身の品質担当副社長は 2021 年 12 月にはボーイングを去り、IAM によれば品質の検査員が再び呼び戻された (Gates, 2021a)。さらに 2020 年 8 月には、ノースチャールストン工場における 787 の安全検査で、FAA から権限を委譲された代理人の技術者や検査員に対して経営陣が不当な圧力 (undue pressure) をかけたとして、FAA は 125 万ドル以上の罰金を提案した (Gates, 2020b)³³⁾。2022 年のボーイ

2021, p.112, 日本航空協会, 2016, p.108)。

32) 水平尾翼は、当初はイタリアのアレニアのフォグジャ工場 (Foggia) に外注に出していたが、品質上の問題で何度も遅れが生じたため、2012 年に 787-9 が導入されるときに自社工場を開設した。

33) 787 オペレーション担当副社長、シニア品質管理者、配送担当取締役など少なくとも 4 人の上級マネージャは検査員や管理者に対して、「検査の準備が整っていない航空機の適合検査を行うように」と迫ったり、「もっと早く検査を行い、検査の準備を整えるように」と嫌がらせをしたり、他の従業員と交代させると脅したりした。彼らは、航空機の外で待機し、検査員が要請に応じてどれだけ迅速に対応したか、検査にどれだけ時

ングの社内調査では、技術者の 14% 弱が経営陣による業務への干渉を感じており、4 分の 1 はそのような干渉を報告した場合に報復されると考えていた（Gates, 2022d）。

787 の生産では、外注先でも問題が生じた。2021 年初頭には、複合材製の主翼を製造する三菱重工業の製造工程で、複合材の汚染により、構造に強度を与えるエポキシ接着を弱める可能性があるとしてボーイングが FAA に報告を行なった。2021 年 9 月には、前方圧力隔壁の周りに許容できないほどの隙間が発見され（Gates, 2021c）、同年 10 月には床梁のフレームを固定するチタン製金具を供給するイタリア企業の MPS（Manufacturing Processes Specification）が仕様を満たしていないという問題が発覚した（Gates, 2021d）。

一連の問題によってボーイングは、2020 年 10 月から 2021 年 3 月まで 787 を納入できず、2021 年 4 月に再開した納入は、5 月に FAA から欠陥検査計画に疑問が呈されたことで再び停止し、2022 年 8 月ようやく納入を再開できた（Gates, 2021b, Gates, 2022a）³⁴。787 では 2003 ～ 11 年に開発費が 150 億ドル以上に膨らんでいたが、納期遅れに対する航空輸送会社への補償金として 35 億ドル、787 の生産レートの低さと手直しによる製造コストとして 20 億ドル、合計 55 億ドルが 2022 年 2 月時点で開発費に追加された（Gates, 2022b, Gates, 2022a）。

ボーイングは、2009 年に、認証業務における FAA の代理人を自ら任命する権限をもつ ODA（Organization Designation Authority：指定権限委譲組織）の認定を取得したが、FAA は 787 についてはその権限を認めないことを 2022 年 2 月に決定した。737MAX は、2020 年 12 月の運航再開の承認以来、納品前の最終検査が FAA 自身によって行われたが、787 についても、納入再開後も同様の方針がとられる。それによって納入はさらに遅れが見込まれる（Gates, 2022c）。

5. おわりに

本論文では、ボーイングが、中核的な生産プロセスである最終組立工程において、増産に対応しながら生産を効率化する一方で、外注化を含めた生産拠点の選定を手段として労働コストの抑制を試み、そのことが自らの生産力基盤の脆弱化をもたらした側面を明らかにした。

第一に、ボーイングの民間機部門における収益（売上高）と生産の関係を確認し、収益性を実現する生産体制を、主要な生産拠点と構造部材の国際分業の視点から確認した。

第二に、1990 年代以降のボーイングが、激化するエアバスとの市場競争のもとで、航空機

間がかかったかをモニターしていた。「不当な圧力」の報告をしたマネージャには、昇進のための面接を拒否するという報復を行なった。FAA の認証プロセスにおける権限委譲にともなう問題は山崎（2022）で詳しく論じている。

34) ロイターの記事「米ボーイング、787 納入再開へ（2022 年 8 月 9 日付）」（<https://jp.reuters.com/article/boeing-787-idJPKBN2PE1Q7>, 2022 年 12 月 6 日閲覧）より。

需要の増大に対応しながら生産の効率化に取り組み、日本製造業に学んでリーン生産システムと移動式の最終組立ラインを導入したことを明らかにした。1990年代にはリードタイムの短縮や在庫の圧縮に取り組み、現場での改善活動を導入し、2000年代には移動式組立ラインをまずは狭胴機、続いて広胴機でも導入し、ボーイング 737 の組立時間を 1999 年の 22 日から、2005 年には 11 日に短縮した。

第三に、ボーイングが、リーン生産システムや移動式組立ラインを導入する際には、生産現場の改編と労働者の対応が必須であり、外注化や生産拠点の移転をともなったことから雇用問題に直結したことを明らかにした。労働協約の改定時には、ボーイング経営陣が、労働コストを抑制するために生産拠点の選定を交渉材料として賃金や福利厚生の切り下げを試み、それが労働問題だけでなく、安全性の問題をももたらした。

ボーイングは、2009 年に、ワシントン州以外の生産拠点であり、かつ労働組合が存在しないノースチャールストン工場を手に入れ、2012 年にはボーイング 787 の最終組立工場を建設した。ボーイングの外注化や生産拠点の展開は、労働組合からみれば雇用の流出を意味したが、経営陣からみれば労働争議による損失を回避し、労働組合を弱体化し、労働条件を切り下げるための手段となった。とりわけ、ボーイングが現実には生産を行う代替の生産拠点をすでに手にしたことは、雇用流出の現実的な懸念のもとで労働条件を切り下げることに繋がった。

しかし、ボーイングは、労働コストの抑制や納期優先、労働組合の対抗を回避する形での生産拠点の選定により、少なくとも短期的にはコストを抑制できたとしても、信頼性のある確実な航空機生産を行うためには多くの問題を抱えることになった。ノースチャールストン工場では、熟練した労働者や技術の蓄積が不十分であることに加えて、労働組合が存在しない中で利益を優先する経営陣のコスト圧力を直接的に受けることになった。現実には、2010 年代末には、737MAX の墜落事故に加えて、787 の品質問題がボーイングの経営に大きな打撃を加えた。結果的には、経営面での短期的利益の追求が、製造業としての根本にかかわる労働と安全性に関わる問題を引き起こし、自らの生産力基盤の脆弱性をもたらしただけである。

<参考文献>

- Airport Business (2010) "Boeing Awards Charleston 787 Contract," *Airport Business*, Vol.24 Issue 3, February 2010, pp.1-6.
- Beene, Ryan and Julie Johnsson (2020) "Boeing Union Girds for Battle Over Where to Build the Dreamliner," *Bloomberg.com*, September 5, 2020 (<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-09-05/boeing-union-girds-for-battle-over-where-to-build-the-dreamliner?leadSource=uverify%20wall>, 2022 年 12 月 2 日閲覧)。
- Boeing (2022) *The Boeing Company 2021 Annual Report*, The Boeing Company 及び 1996 年から 2021 年まで各年度の Boeing の Annual Report。

- Bonnassies, Olivier (2020) "Boeing confirms Charleston as single 787 location," *Airfinance Journal*, October 26 (<https://www.airfinancejournal.com/articles/3580702/boeing-confirms-charleston-as-single-787-location>, 2022 年 12 月 2 日閲覧)。
- Dertouzos, Michael L., et al. (1989) *Made in America: regaining the productive edge*, Cambridge, Mass.: MIT Press (依田直也訳『Made in America アメリカ再生のための米日欧産業比較』草思社, 1990 年)。
- Garber, Andrew (2013) "Legislature approves tax breaks to secure 777X," *Seattle Times*, November 10.
- Gates, Dominic (2003a) "Boeing 7E7 Team Wants to Build in Everett, Wash," *Seattle Times*, May 12.
- (2003b) "Boeing 7E7 Work Is Win-Loss for Seattle Area," *Seattle Times*, November 21.
- (2004a) "Boeing parts, work go overseas Factories in 3 countries receive machines from Auburn fabrication plant," *Seattle Times*, June 1.
- (2004b) "A critical juncture for Boeing and union Summit with Machinists is called," *Seattle Times*, June 13.
- (2006) "Boeing starts first phase of moving 777 assembly line Crawlers to do cranes' work," *Seattle Times*, March 3.
- (2008) "Simmering Boeing strike scorching both sides," *Seattle Times*, September 29.
- (2009) "Boeing's buy of 787 plant will cost \$1B," *Seattle Times*, July 7.
- (2016) "From assembly line to C-suite, they're part of Boeing history," *Seattle Times*, July 10.
- (2020a) "Boeing finds debris in wing fuel tanks of undelivered 737 MAXs, orders inspections," *Seattle Times*, February 19 (<https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/boeing-finds-debris-in-wing-fuel-tanks-of-parked-737-maxs-orders-all-to-be-inspected/>, 2021 年 12 月 5 日閲覧)。
- (2020b) "FAA: Boeing harassed safety inspectors," *Seattle Times*, August 6.
- (2020c) "Boeing discloses new 787 issue," *Seattle Times*, September 9.
- (2020d) "Boeing finds more 787 quality defects, broadens inspections," *Seattle Times*, December 15 (<https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/boeing-finds-more-787-quality-defects-broadens-inspections/>, 2021 年 12 月 5 日閲覧)。
- (2021a) "Congress demands Boeing records," *Seattle Times*, May 19.
- (2021b) "Boeing pauses 787 deliveries again, awaits FAA approval," *Seattle Times*, May 29.
- (2021c) "New flaw in 787s will prolong halt in deliveries," *Seattle Times*, July 13.
- (2021d) "FAA memo reveals more 787 defects in another blow to Boeing," *Seattle Times*, November 20.
- (2022a) "2021 was a net loss for Boeing, as cost of 787 delay soars," *Seattle Times*, January 27.
- (2022b) "Sales of 737 MAX, new freighter jet boosted Boeing orders in January," *Seattle Times*, February 9.
- (2022c) "FAA to take over Boeing 787 certification when delivery resumes," *Seattle Times*, February 16.
- (2022d) "Boeing safety oversight improved, but some engineers remain wary," *Seattle Times*, August 26.
- Gates, Dominic and Jim Brunner (2014) "Done Deal," *Seattle Times*, January 4.
- (2022) "Boeing: After short-term pain, expect turnaround in 2025-26," *Seattle Times*, November 3.
- Getman, Julius G. (2014) "Boeing, the IAM, and the NLRB: Why U.S. Labor Law Is Failing," *Minnesota Law Review*, No.98, 1651-1681.

- Greising, David and Julie Johnsson and Tribune staff reporters (2007) “Behind Boeing’s 787 delays,” *Chicago Tribune*, December 8 (<https://www.chicagotribune.com/news/ct-xpm-2007-12-08-0712070870-story.html>, 2022 年 12 月 13 日閲覧)。
- Holmes, Stanley (1998) “Boeing Seeks a Culture Change to Improve Production,” *Seattle Times*, August 16.
- Hoop, Darin (2008) “Boeing strike ends in Union win,” *The Socialist Worker.org*, November 4 (<http://socialistworker.org/2008/11/04/boeing-strike-ends-in-win>, 2022 年 11 月 27 日閲覧)。
- IAM 751, International Association of Machinists & Workers, District Lodge 751 (2014) *Respecting the Past Protecting the Future: Your Union History*, IAM 751.
- Johnsson, Julie (2014) “Boeing to build largest 787 dreamliner in south carolina,” *Bloomberg.com*, July 30 (<https://www.bloomberg.com/news/articles/2014-07-30/boeing-to-build-largest-787-dreamliner-in-south-carolina?leadSource=uverify%20wall>, 2022 年 12 月 2 日閲覧)。
- Karen West (2008) “Labor Movement gets boost from Boeing strike,” *NBC News*, November 11 (http://www.nbcnews.com/id/27478691/ns/business-us_business/t/labor-movement-gets-boost-boeingstrike/#, 2022 年 11 月 27 日閲覧)。
- Kitroeff, Natalie and David Gelles (2019) “Claims of Shoddy Production Draw Scrutiny to a Second Boeing Jet,” *New York Times*, April 20.
- Kitroeff, Natalie and Jessica Silver-Greenberg (2019) “Boeing’s Dreamliner Plant Is Said to Face Federal Inquiry,” *New York Times*, June 28 (<https://www.nytimes.com/2019/06/28/business/boeing-787-dreamliner-investigation.html>, 2022 年 12 月 3 日閲覧)。
- McDermott, John P. (2004) “Boeing supplier weighs Charleston, S.C., Mobile, Ala., for \$600 million project,” *Post and Courier, The (Charleston, SC)*, August 10.
- Mseitif, Jesse Lee (2014) *Boeing’s Behavior in a Liberalized Marketplace: The 787 Dreamliner Project and Impact on Puget Sound Workers*, the degree of Master of Arts, University of Washington.
- Ostrower, Jon and Theo Francis (2014) “Boeing to Freeze Pension Benefits for 68,000,” *The Wall Street Journal*, March 6 (<https://www.wsj.com/articles/SB10001424052702303824204579423402475831122>, 2022 年 11 月 30 日閲覧)。
- Paintindia (2015) “Skanska builds Boeing paint facility in Charleston, USA,” *Paintindia*, Vol.65 Issue 1, January 2015, p158.
- PR Newswire US (2011) “New Breed Logistics to Provide Expanded Logistics Support for Boeing 787 Dreamliner in Charleston, SC,” *PR Newswire US*, January 27. (<https://www.prnewswire.com/news-releases/new-breed-logistics-to-provide-expanded-logistics-support-for-boeing-787-dreamliner-in-charleston-sc-114750364.html>, 2022 年 12 月 7 日閲覧)。
- Rosenthal, Brian M. (2013) “States salivating for 777X feast,” *Seattle Times*, November 20.
- Sloan, Chris (2013a) “Renton takes the 737 to the MAX,” *Airways*, October, pp.32-39 (オンライン版は “Inside Boeing’s 737 Renton Factory As They Take It To “The MAX”_ Part One,” *Airways*, June 9 (<https://airwaysmag.com/inside-boeings-737-renton-factory-as-they-take-it-to-the-max-part-one/>, 2022 年 10 月 29 日閲覧)。
- (2013b) “Renton takes the 737 to the MAX,” *Airways*, November, pp.28-39 (オンライン版は “Inside Boeing’s 737 Renton Factory As They Take It To “The MAX”_ Part Two,” *Airways*, June 30 (<https://airwaysmag.com/inside-boeings-737-renton-factory-as-they-take-it-to-the-max-part-two/>, 2022 年 10 月 29 日閲覧)。
- Slotnick, David (2019) “Airlines flying Boeing’s 787-10 Dreamliner are complaining about quality they say is ‘way below acceptable standards’,” *Business Insider*, August 5 (<https://www.businessinsider.com/boeing-787-dreamliner-airline-complaints-quality-production-2019-8>, 2022 年 12 月 3 日閲覧)。
- Talton, Jon (2022) “In the other Washington,” *Seattle Times*, May 15.

- Tangel, Andrew and Andy Pasztor (2020) "Production Problems Spur Broad FAA Review of Boeing Dreamliner Lapses," *The Wall Street Journal*, September 9.
- The Associated Press (2013) "North Charleston approves Boeing tax break," *The Associated Press, AP Regional State Report - South Carolina*, July 12. (<https://eu.goupstate.com/story/business/2013/07/12/north-charleston-approves-boeing-tax-break/30035721007/>, 2022 年 12 月 7 日閲覧)。
- The Report of the President's Commission on Industrial Competitiveness (1985) *Global Competition: The New Reality*, U.S. Government Printing Office, Volume I (工業技術院技術調査課訳「世界一の座譲り渡すな」『エコノミスト』1985 年 6 月 3 日, pp.119-147)。
- The Seattle Times Editorial Board (2020) "Don't let Boeing's 787 line fly to S.C.," *Seattle Times*, September 8.
- The World's Finest Workers (2013) "Special Contract Vote Edition," *District 751 Aero Mechanic*, Vol.68, No.11, Dec. 2013/ Jan. 2014.
- West, Karen (2008) "Labor Movement gets boost from Boeing strike," *NBC News*, November 11 (http://www.nbcnews.com/id/27478691/ns/business-us_business/t/labor-movement-gets-boost-boeingstrike/#, 2022 年 11 月 27 日閲覧)。
- Wilhelm, Steve (2012) "In a man's world, 3 women run Boeing jet plants," *Puget Sound Business Journal*, January 25 (<https://www.bizjournals.com/seattle/news/2012/06/22/in-a-mans-world-3-women-run-boeing.html>, 2022 年 10 月 29 日閲覧)。
- 植田浩史 (2004) 『現代日本の中小企業』岩波書店。
- 大場邦夫 (2003) 「Aerospace & Defense 市場向けソリューション」『沖テクニカルレビュー 37』第 195 号 Vol.70 No.3, 7 月, pp.36-39。
- 川崎重工業株式会社広報部 (2005a) 「大型ジェット旅客機『ボーイング 777』ができるまで② [ボーイング社エバレット工場編]」『Kawasaki news』第 139 号, 7 月, pp.1-9。
- (2005b) 「大型ジェット旅客機『ボーイング 777』ができるまで① [岐阜工場・名古屋第一工場編]」『Kawasaki news』第 138 号, 4 月, pp.1-7。
- 月刊エアライン編集部編 (2010) 『Boeing 787 ドリームライナーのすべて』イカロス出版。
- (2011) 『ANA BOEING 787 ファンブック』イカロス出版。
- 日本航空宇宙工業会 (2016) 『世界の航空宇宙工業』日本航空宇宙工業会。
- 日本航空機開発協会 (2022) 『民間航空機に関する市場予測 2022-2041』日本航空機開発協会。
- 日本航空協会 (2016) 『航空統計要覧 2016 年度』日本航空協会。
- (2021) 『航空統計要覧 2021 年度』日本航空協会。
- 平野健 (2008) 「現代アメリカのマクロ経済構造」(井上博・磯谷玲編著『アメリカ経済と「アフター・ニュー・エコノミー」』第 1 章所収, 同文館出版)。
- 安田義美 (2013) 「航空機製造におけるトヨタ生産方式の適用」『技術士』第 25 巻第 5 号, 5 月, pp.20-23。
- 山崎文徳 (2009) 「アメリカ民間航空機産業における航空機技術の新たな展開: 1970 年代以降のコスト抑制要求と機体メーカーの開発・製造」『立命館経営学』第 48 巻第 4 号, 11 月, pp.217-244。
- (2010) 「民間航空機の市場構造の変化と技術展開」『社会システム研究 (立命館大学)』第 21 号, 9 月, pp.59-94。
- (2011) 「民間航空機メーカーの技術競争力と分業構造の変化: ボーイングのシステム・インテグレーションとシステムの一括外注化」『経営研究 (大阪市立大学)』第 62 巻第 1 号, pp.49-79。
- (2022) 「ボーイングの技術競争力と連邦政府の認証制度」『産業学会研究年報』第 37 号, pp.117-132。

新聞（日付順）

- 「米ボーイング社、12年ぶりスト必至」『日本経済新聞』1989年10月4日付。
- 「打倒エアバスの決め手に」『日経産業新聞』1991年1月5日付。
- 「ボーイング副社長会見、『品質改善さらに推進』」『日経産業新聞』1991年6月13日付。
- 「ボーイング（中）コスト削減に挑む」『日経産業新聞』1993年5月18日付。
- 「労組が合意案拒否、ボーイングのストが長期化」『日本経済新聞』1995年11月24日。
- 「アメリカの葛藤（6）ひ弱になった労組」『日本経済新聞』1995年12月12日付。
- 「ボーイングの研究 巨人の悩み（2）」『日経産業新聞』1997年7月1日付。
- 「ボーイングのコンディット会長に聞く」『日本経済新聞』1997年10月1日付。
- 「航空機生産革命（上）多品種少量トヨタに学ぶ」『日経産業新聞』1997年12月18日付。
- 「航空機生産革命（下）納期半減へ設計・生産管理」『日経産業新聞』1997年12月22日付。
- 「米ボーイング、38日間スト終結」『日本経済新聞』2000年3月18日付。
- 「第1部雇用最前線（4）労組、活路求め模索」『日本経済新聞』2000年6月2日付。
- 「ボーイング民間機再生の針路（上）」『日経産業新聞』2004年8月4日付。
- 「米医療費巡り労使対立激化」『日本経済新聞』2006年1月19日付。
- 「ボーイング上昇気流、敵失だけじゃない」『日経産業新聞』2007年2月5日付。
- 「ボーイング『787』に乱気流」『日経産業新聞』2008年9月9日付。
- 「揺れるアメリカ株式会社（中）」『日本経済新聞』2008年12月28日付。
- 「離陸直前、今度は“お家騒動”」『日経産業新聞』2011年7月5日付。
- 「米労組、南部で巻き返し」『日本経済新聞』2013年10月17日付。
- 「雇用か賃金か、米企業迫る」『日本経済新聞』2013年12月13日付。
- 「米雇用、景気と好循環」『日本経済新聞』2014年5月3日付。
- 「コマツ相談役坂根正弘氏（20）」『日本経済新聞』2014年11月21日付。

Improving Aircraft Production Efficiency and Controlling Labor Cost at Boeing

Yamazaki Fuminori *

Abstract

This paper discusses Boeing's efforts to improve production efficiency in the final assembly process as a core production process while responding to increased production. At the same time, the paper reveals that Boeing attempted to control labor cost by means of outsourcing and selecting production sites, which resulted in the weakening of its own production capacity base.

Boeing learned from the lean manufacturing systems of Japanese manufacturing in the 1990s and introduced moving assembly line in the 2000s. In 2012, Boeing obtained the means to avoid a labor union strike and to cut back on work conditions by having the final assembly of the Boeing 787 take place at its North Charleston plant. However, in the late 2010s, the 787 quality problems, in addition to the 737MAX crash, caused a damage to Boeing's management. The pursuit of short-term profits led to labor and safety problems that are fundamental to manufacturing.

Keywords:

International division of labor, lean manufacturing system, moving assembly line, bargaining agreement, labor cost

* Professor, College of Business Administration, Ritsumeikan University