

Title	TRONプロジェクトの標準化における成功・失敗要因
Author(s)	倉田, 啓一
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/355
Rights	
Description	Supervisor: 亀岡 秋男, 知識科学研究科, 修士

修士論文

TRON プロジェクトの
標準化における成功・失敗要因

指導教官 亀岡秋男 教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識社会システム学専攻

050028 倉田啓一

審査委員： 亀岡秋男 教授（主査）
永田晃也 助教授
梅本勝博 助教授
遠山亮子 助教授

2002 年 2 月

目次

「TRON の標準化における成功・失敗要因」

第1章 はじめに	1
1.1 研究の背景	1
1.2 研究の目的	2
第2章 標準化の目的と意義	3
2.1 標準化とは何か	3
2.1.1 標準化の定義	3
2.1.2 標準化のメリットとデメリット	3
2.1.3 標準の分類	4
2.2 技術標準と知的所有権	5
2.3 ネットワーク外部性	5
2.4 標準化と競争戦略	6
2.5 標準化の決定要因	8
第3章 TRON の事例研究	9
3.1 TRON とは何か	9
3.1.1 全体概要	9
3.1.2 TRON の特長	9
3.2 BTRON の事例	11
3.2.1 BTRON 概要	11
3.2.2 BTRON の経緯	11
3.2.3 BTRON と教育用 PC	14
3.2.4 国内における企業構造	16
3.2.5 米国からの外圧の経緯	17
3.2.6 企業の BTRON 撤退に至る過程	18
3.2.7 BTRON の失敗要因	21
3.3 ITRON の事例	22
3.3.1 ITRON 概要	22
3.3.2 ITRON の経緯	22
3.3.3 ITRON と半導体業界の関係	25
3.3.4 リアルタイム OS の経緯の違い	27

3.3.5	ITRON に対する米国の外圧	27
3.3.6	ITRON の成功要因	28
3.4	CTRON の事例	29
3.4.1	CTRON 概要	29
3.4.2	CTRON の経緯	29
3.4.3	NTT と通信機器業界の構造	31
3.4.4	CTRON に対する米国の外圧	32
3.4.5	CTRON の成功要因	33
第 4 章	TRON の事例分析	34
4.1	TRON の成功・失敗要因分析	34
4.2	TRON 発展段階分析	39
4.3	TRON が抱える問題と提言	40
第 5 章	結論	43
5.1	まとめ	43
5.2	課題	44
	謝辞	45
	参考文献	46
	参考講演	47
	参考資料	47
	参考 HP	48
	インタビュー	49
	電話、メールによる質問、ご意見等	49
Appendix	年表	I
BTRON	年表	I
CTRON	年表	IV
ITRON	年表	V

図目次

図 1.フレームワーク（高松、2000）	7
図 2.TRON の仕様と実装、市場	10
図 3.BTRON の経緯	13
図 4. BTRON の仕様と実装、市場	15
図 5.BTRON 対 NEC の構造	17
図 6.BTRON と日米関係	18
図 7.バブルを生んだ経緯	19
図 8.ITRON の経緯	24
図 9.ITRON の仕様と実装、市場	26
図 10.CTRON の経緯	30
図 11. CTRON の仕様と実装、市場.....	31

表目次

表 1.4 つの視点での大まかな比較	34
表 2.4 つの視点での細かな比較	35
表 3.要因間の関係	37
表 4.イノベーションと市場による分類	38
表 5.TRON の発展段階	39
表 6.TRON の現在の発展段階	40

第1章 はじめに

1.1 研究の背景

現在、コンピュータは生活の中にあふれている。電気、ガス、水道、電話などの供給管理や料金管理等といった生活基盤に始まって、家庭用ゲームにみられるような娯楽に至るまで、コンピュータは随所で利用されている。コンピュータは、大きいものはスーパーコンピュータから、小さいものは携帯情報端末や携帯電話に至るまで、用途によって、さまざまな種類に分けることができる。これは見た目の大きさで分けた見方である。コンピュータはこれとは別に、ハードウェアとソフトウェアという大きな分け方がある。ハードウェアとは、実際の部品でプロセッサや記録装置などの事である。ソフトウェアとは、ハードウェアを制御し、一定の目的に従って処理を行わせるものである。

コンピュータ業界は、OS（オペレーティングシステム）の標準化に努めてきた。それは、様々なハードウェアに対し、共通のソフトウェアを使用できるようにするためである。OS の日本独自のものとしては TRON プロジェクト（以下、TRON と書いた場合、TRON プロジェクトの事を指す）があり、OS の標準化を目指し、活動している。

TRON は、日本独自の簡単に操作できる全く新しいコンピュータの開発計画で、BTRON、CTRON、ITRON 等からなる産学連携プロジェクトである。その中には、成功したと言われているものと失敗したと言われているものがある。一般に ITRON は成功したと言われており、BTRON は失敗したと言われている。

TRON プロジェクトのリーダー坂村健氏（東京大学教授）は、BTRON(PC 用 TRON OS)を小、中、高の学校に採用し、これによってコンピュータ教育をするという事を提唱した。文部省もこれに同意し、旧文部省と旧通商産業省の下部組織である、コンピュータ教育開発センター（CEC）が、BTRON の導入を予定した。また、各企業も BTRON をバックアップし、BTRON 仕様の PC を製造する事を決めた。しかし、ここで米国からの圧力として「貿易障害」であるとのクレームがついた。これによって、CEC は BTRON の採用を取りやめた。また、各企業も BTRON から遠ざかっていった。ここ、即ち、米国の外圧に BTRON の失敗要因があると言われている。しかし、本当にそうだろうか？ これについて、調査した論文というのは非常に少ないのである。

BTRON とは対称的に、ITRON(組み込み機器用 OS)は 80 年代から 90 年代にかけて多くの製品(家電、携帯電話等)に採用され、現在では組み込み機器の標準となっている。こちらについて調査した論文に関しては、最近、かなり増えて

きた。特にここ、2年くらいは新聞・雑誌等に掲載される回数が増えており、日本の独自技術として注目されている。それは、**ITRON**を使用しているということが開発・販売企業にとって、宣伝効果を持つようになってきたことがあるからではないか（豊橋技科大・高田助教授）と言う人たちもいる。

では、何故 **ITRON** は成功したのか？**CTRON** はどうであったのか？こう見ると、同じ **TRON** の中でも各サブプロジェクトでは異なる発展をしており、これらを比較分析する事で **TRON** の成功・失敗要因を研究することは、今後の標準化に関しても意義があると思われる。

1.2 研究の目的

本論文は、**TRON** プロジェクトの標準化活動に関して調査・分析し、標準化の成功・失敗要因について考察する事を目的とする。

TRON プロジェクトは複数のサブプロジェクトに分けられており、特に **BTRON** に着目し、他サブプロジェクト（**ITRON**、**CTRON**）と比較分析する事で要因を抽出する。

第2章 標準化の目的と意義

2.1 標準化とはなにか

ここでは、標準化とはどのようなものであるか、その標準化にはどのようなメリット・デメリットがあるか等の特徴を記述する。

2.1.1 標準化の定義

本論文でいう標準化とは、日本工業技術標準調査会という工業標準化の事で、「自由に放置すれば多様化、複雑化、無秩序化する物や事柄を、経済・社会活動の利便性（互換性の確保）、生産の効率化（品種削減を通じての量産化等）、公正性（消費者の利益の確保等）、技術進歩（新しい知識の創造や新技術の開発・普及の支援等）、安全や健康の保持、環境の保護の観点から規格を通じて全国的又は国際的に統一、単純化すること（日本工業技術標準調査会（JISC）による）」である。

2.1.2 標準化のメリットとデメリット

標準化のメリットは大きく分けて4つある。

①品質の保証

標準化される事で、どのメーカーの製品も最低レベルの品質を保証される。それによりブランド効果が減り、新規参入企業が増え、価格競争が進行する。

②互換性・インタフェースの確保

ユーザーの転換コストを抑える。また、ユーザーにはネットワーク外部性（後述）が働く。

③情報

取引引きコストを減らす。また、技術仕様書が公共財として手に入るため、メーカーとユーザーの間で情報が共有され、情報格差が縮まる。

④種類の減少

規模の経済を招き、生産・学習・使用法のコストを減らす。

一般的に言われる標準化のデメリットとしては、ユーザーにとって多様性が

減少する事で、個人の本当に欲しいものが販売されないという事態がありうる事である。また、企業の談合という事態になりかねないという危険性も孕んでいる。それに加え、積極的に研究開発をしない企業によるフリーライダーが出てくるという問題もある。

2.1.3 標準の分類

決定プロセスによって分けられる標準以外に、標準決定の時期や標準の状態によって分けられる標準がある。以下3つはプロセスと主体によって分類した場合である。

- ・事実上の標準（デファクト標準）

市場競争の場によって、ある企業の技術・仕様が決定される標準。そのため、主導権は、単独企業もしくは、当該規格に賛同する主要企業とともに形成されるファミリー企業が握る。

- ・自主合意標準（フォーラム標準）

業界団体あるいは主要企業が、標準設定のための産業協議会あるいは企業連合を組織し、自主的に合意を得て決定する標準。主導権は産業協議会等の団体が握る。

- ・公的標準（デジュール標準）

公的機関によって決定される標準。主導権は、政府や非政府による中立な機関が握る。

また、標準の成立時期が製品・サービスの市場投入以前か以後かによって、以下2つに分類される。

- ・事前的标准

- ・事後的标准

また、標準となる技術・仕様へのアクセスによっても分類される。

- ・専有型標準

技術や仕様をある特定の企業が専有し、それ以外に対し、公開しないような標準

- ・オープン型標準

技術や仕様を一般に公開し、誰もが無料もしくは安価なライセンス料によっ

て、手に入れる事ができる標準

ここで、ITRON はどのような標準なのかというと、仕様がオープンで、製品の投入前に TRON 協会で仕様が策定され、企業がそれを採用する事になったが、市場に出てからは他の仕様と競争し、標準を獲得した。すると、ITRON はデファクト標準であり、フォーラム標準であると言えるだろう。また、標準が事前的に決定されたとしても、それが市場で受け入れられずに結局は標準とならない場合もあり、結果としてしかいえない事がある。

このように、標準の分類は完全なものではなく、今日ではインターネット等のネットワークを介した標準が形成される場合もあり、分類は更に複雑になっている。

2.2 技術標準と知的所有権

ISO によれば、「国際標準」とは「国際的な標準機関によって採用され、一般公衆が利用できる標準」である。

WIPO によれば、「知的所有権」とは「文芸・美術および学術の著作物、実演家の実演、レコードおよび放送、人間の活動すべての分野における発明、科学的発見、意匠、商標、サービスマークおよび商号その他の商業上の表示、不正競争に対する保護に関する権利ならびに産業、学術、文芸または美術の分野における知的活動から生ずる他のすべての権利」である。

技術標準は、公共財であり、誰でもが手に入れる事ができるものである。一方で、知的所有権は、私権であり、ある人がその権利を専有し、行使する事ができるものである。この 2 つは相反するものであるが、現実には、技術標準の中の一部で、企業が特許をとり（知的所有権を内包）、そこから利益を得ようとしている。そのため、どの部分を標準としてオープンにするか、どの部分を知的所有権として特許を取るか、といった二つの間でトレードオフの関係をとる必要がある。

TRON に関していえば、仕様を標準化することで、その仕様に基づく実装を自由に研究、開発、販売できるというようにしており、仕様を技術標準、実装を知的所有権というように明確に分けている。

2.3 ネットワーク外部性

ネットワーク外部性とは、加入者の需要および便益がシステムの加入者数や、だれが加入するつもりかという点に依存することであり、需要側の規模の経済

性の事である。別の言い方をすれば、消費者、ユーザーのネットワークの加入者数が増えれば増えるほど、加入者にとって便益が増える事である。

ネットワーク外部性には、ネットワークのサイズが直接的に便益を増大させる直接的な効果と、ハードウェアのユーザー数の増大がその補完財の多様性増大や価格低下を引き起こすという間接的な効果があるといわれる。また、他の人が買っているから自分も買うというようなバンドワゴン効果も広義では含めている。

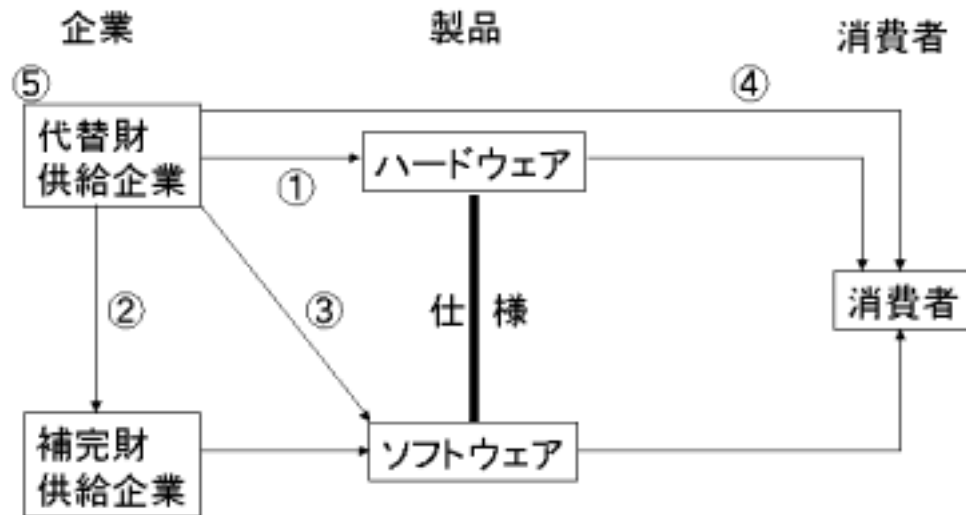
2.4 標準化と競争戦略

高松朋史（2000）によれば、標準化推進の条件として、「企業—製品—消費者」という全体的な視点を用いたフレームワーク（図 1.）があり、それらは、以下の5つであるという。

- ①魅力あるハードウェアの供給
- ②補完財供給企業への働きかけ
- ③ソフトウェアの自主供給
- ④消費者への直接訴求
- ⑤代替財供給企業との協調

「企業」を規格に何らかの形で関連する企業とし、その企業には、代替財供給企業（ハードメーカー）や補完財供給企業（ソフトメーカー）等があるといわれる。「製品」は代替財供給企業が供給するハードウェアと補完財供給企業が提供するソフトウェア等であり、それらは規格が規定している。「消費者」は、財を消費する主体であるといわれる。

図 1. フレームワーク（高松、2000）



また、山田英夫(1993)は、規格のライフサイクル（導入期、成長期、成熟期、衰退期）、規格競争の種類（世代間競争、世代内規格間競争、規格内競争）、競争地位（リーダー、チャレンジャー）の 3 つの視点を組み合わせて考えるべきであるといっている。何故なら、これらの組み合わせによって、戦略が違うからである。

さて、コンピュータ産業における産業構造は、囲い込み型とプラットフォーム型の 2 つがある（国領、1998）という。囲い込み型戦略とは、OS、CPU から周辺機器、販売網に至るまで、すべてを内製するとまではいかなくとも、すべてを独自のスペックで提供する戦略である。

ここで、コンピュータ業界の構造的な特徴について考えておきたい。情報システムを階層化して分けて設計したとき、それを階層レイヤーもしくは、単にレイヤーと呼ぶ。プラットフォーム型戦略とは、階層化された機能のレイヤー1 つもしくは、ある特定の複数の部分（少数）に特化した産業構造であり、企業はその階層で市場を越えて広く製品を提供する戦略である。

しかし、これらの視点や分析方法では、産業構造の違いや業界の特殊な状態等によって、分類が難しい処も出てきており、標準化戦略はますます複雑化してきている。

2.5 標準化の決定要因

デファクト標準は、普及率が 2.5%程度の時に、シェア 55%以上を取った方に決まる（山田、1993）と言われる。これは、一つにネットワーク外部性が働くため、この後、次第に差は開いていくからである。

標準化で求められるのは、主に技術的には、以下の4点がある。

- ・利用者ニーズを反映している
- ・品質が高い
- ・適時性があり、かつ柔軟
- ・費用が安い

しかし、標準に至るには技術的な要因だけでは十分ではない。現在では、標準が決定されるまでの様々な要因が注目されている。例えば、標準化機関での合意を得るための政治力や企業連合を組む場合の関わり方や立場、市場に製品を投入するタイミング等である。

オープン型の標準化推進については、規格の内容によって、企業および消費者との関係が変わり、その結果、普及の速度が変わる（高松、2000）という事が OADG（日本での DOS/V 規格普及）の事例から言われている。そして、規格がどのような影響を他主体に与えるか、市場に出す際に留意する必要がある（高松、2000）とも言っている。

現在では、様々な要素が絡み合い、決定要因は更に複雑でわかりにくいものになっている。

第3章 TRON の事例研究

3.1 TRON とはなにか

3.1.1 全体概要

TRON (**The Real-time Operating system Nucleus**) とは、「どこでもコンピュータ」という理想的なコンピュータアーキテクチャの構築を目的として、1984年に東京大学の坂村健博士によって提唱された新しいコンピュータ OS 仕様であり、産業界と大学が協力して新しいコンピュータ体系の実現を目指している。

「どこでもコンピュータ」とは、身の回りの環境にコンピュータを組み込んだ機器を偏在させ、それらをネットワークで結ぶ事で人々の生活を助ける環境の事である。そのため、パソコン用コンピュータ OS 仕様だけでなく、携帯電話、携帯情報端末、家電等の機器向けの OS 仕様を作っており、それは軽量コンパクトである事や実環境で利用可能なようにリアルタイム性を特に重視している。

TRON プロジェクトには、以下のように、分野をわけていくつかのサブプロジェクトがある。

- BTRON サブプロジェクト
- ITRON サブプロジェクト
- CTRON サブプロジェクト
- TRONCHIP (半導体の研究開発)
- TRON ヒューマンマシンインターフェイス (インターフェイスの研究開発)

本論文では、上の3つのサブプロジェクトに関し、調査分析をする。

3.1.2 TRON の特長

TRON プロジェクトの大きな特長として、以下の2つが挙げられる。

- オープンアーキテクチャ

TRON プロジェクトの成果は公開された仕様という形で一般に入手が可能であり、この仕様をもとに誰でも自由に製品を開発したり、販売する事が出来る。

- 弱い標準化

特定のハードウェアやソフトウェアを前提とした強い標準化を行わない。TRON 仕様は、OS 本体ではなく、OS インターフェイスを規定する事で、弱い

標準化を行っている。そのインターフェイスは階層的に定義され、階層別に各企業が開発・実装ができる。これによって、同じ仕様のもとで、各社の自由競争を促進する事ができる。

図 2. TRON の仕様と実装、市場

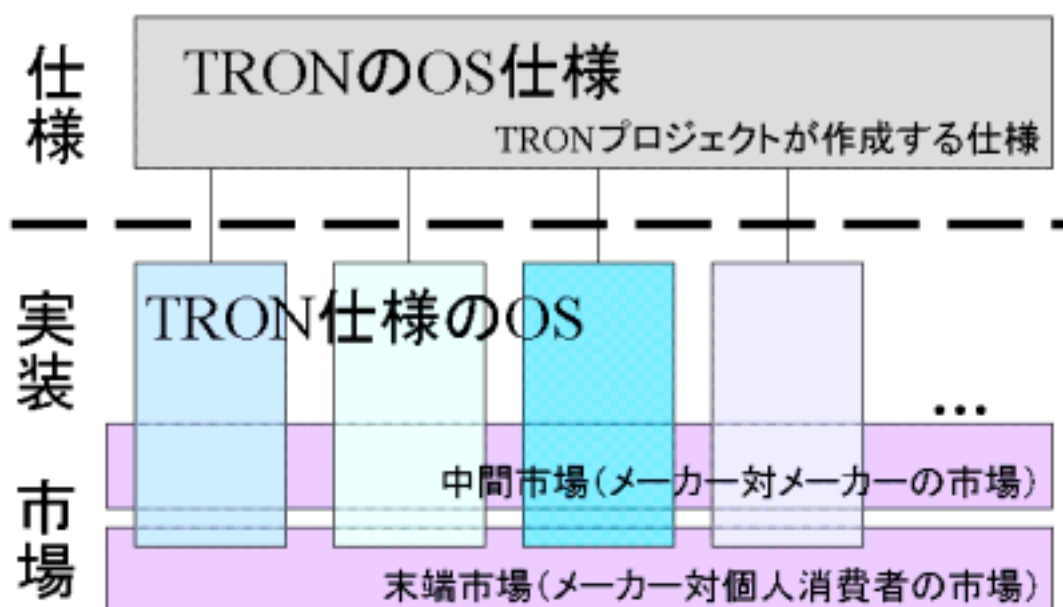


図 2.は TRON の仕様と実装、市場を図にしたものである。図のように、TRON は仕様と実装、市場を明確に分けており、標準化部分の仕様を公開し、複数の自由な実装を勧めている。これは、仕様を公共財とし、実装を各企業の私権として認めているのである。ここには、標準化の上での多様性を実現するという意味がある。

また、TRON は部品化された仕様に基づいて複数の実装が出来るため、中間市場において、プラットフォーム型の産業構造が出来やすくなっている。

3.2 BTRON の事例

3.2.1 BTRON 概要

BTRON とは、**Business TRON** の略であり、パソコンや携帯情報端末など、エンドユーザが直接操作するコンピュータに対する OS やデータウェアの仕様体系である。

BTRON は多国語処理や多漢字への対応がされており、現在では 150 万文字を収容ができ、さらに拡張も可能である。中心核に ITRON（後述）を用いており、コンパクトでリアルタイム制御にも適する。また、データ形式として TAD(**TRON Apprication Databus**)という標準フォーマットを定めている。

この仕様を用いた実装例としては、パーソナルメディア社の「超漢字」シリーズがある。

3.2.2 BTRON の経緯

NEC の **PC-98** がデファクト標準となっていた 80 年代始め頃から、松下、富士通等は、NEC に対抗する新しい PC の模索をしていた。その頃、**TRON** プロジェクトが発足され、松下電器が **BTRON** プロジェクトに参画した。そして、松下電器は社内に 200 人もの開発陣を配し、積極的に **BTRON** の開発を推進した。また、富士通も NEC の **PC-98** に対抗すべく、**BTRON** プロジェクトに参画する事になり、NEC 以外の大手メーカーも参画するようになっていった。

BTRON プロジェクトを中心として、各企業が開発を続ける中、わが国の学校におけるコンピュータ利用促進のための基盤的技術を研究開発し、コンピュータ教育に関して普及啓発することを目的として、コンピュータ教育開発センター(CEC)が設立された。この CEC は今後のコンピュータ教育の一環として、小中学校で使用する PC の仕様（以下、CEC 教育用 PC 仕様）を決定するという役割を担っていた。

1987 年、CEC は、**BTRON** を CEC 教育用 PC 仕様に採用しようとしたが、NEC は自社の **PC-98** がデファクト標準となっており、既に現場で使用されている教師が自作した多くのソフトウェアが **BTRON** では使用できなくなるとして、反対を表明した。しかしながら、**BTRON** は NEC 以外の各メーカーに支持されており、**BTRON** に参画するメーカーも増えてきた事から、NEC の立場は悪くなっていった。11 対 1（**BTRON** 対 **PC-98**）という、企業数としては圧倒的に **BTRON** 案の方が優勢であったが、CEC は全メーカーの同意が得られない事から、CEC 仕様の決定が予定よりも遅れる事となった。

しかし、多数の **BTRON** 支持メーカーに押される形で、**CEC** は **BTRON** 採用の方向で進んでいった。結局、**CEC** は **NEC** の **BTRON** と **MS-DOS** のダブル **OS** 案を認める事によって、合意を得た。しかし、その後も **NEC** は試作機の納入に関して等、他メーカーとの間で不協和音は消える事はなかった。

その頃、**USTR**（米通商代表部）は、**TRON** に関する調査を開始し、**BTRON** が政府調達ルール違反であるとして、日本政府に圧力をかけてきた（米国の外圧(1)）。このときは、**BTRON** がオープンな仕様であり、誰でもが開発できるとして、**USTR** は矛を収めた。

1989 年、**BTRON** が **CEC** 教育用 **PC** 仕様として決定的な状態となったとき、米政府は **BTRON** を含む **TRON** プロジェクトを非関税障壁であるという見地から、スーパー301 条適用候補に挙げてきた（米国の外圧(2)）。これに対し、**TRON** 協会や政府等が **TRON** が非関税障壁でないことをアピールしたが、米国は矛を収める事はなかった。

そこで、日本政府は **CEC** の **CEC** 教育用 **PC** 仕様で **OS** を特定しないでアプリケーションレベルで仕様を策定する事にし、**BTRON** を採用しない事にした。この後、日本と米国で **TRON** に関する話し合いを持っていくという事で合意し、スーパー301 条の候補からは外れた。

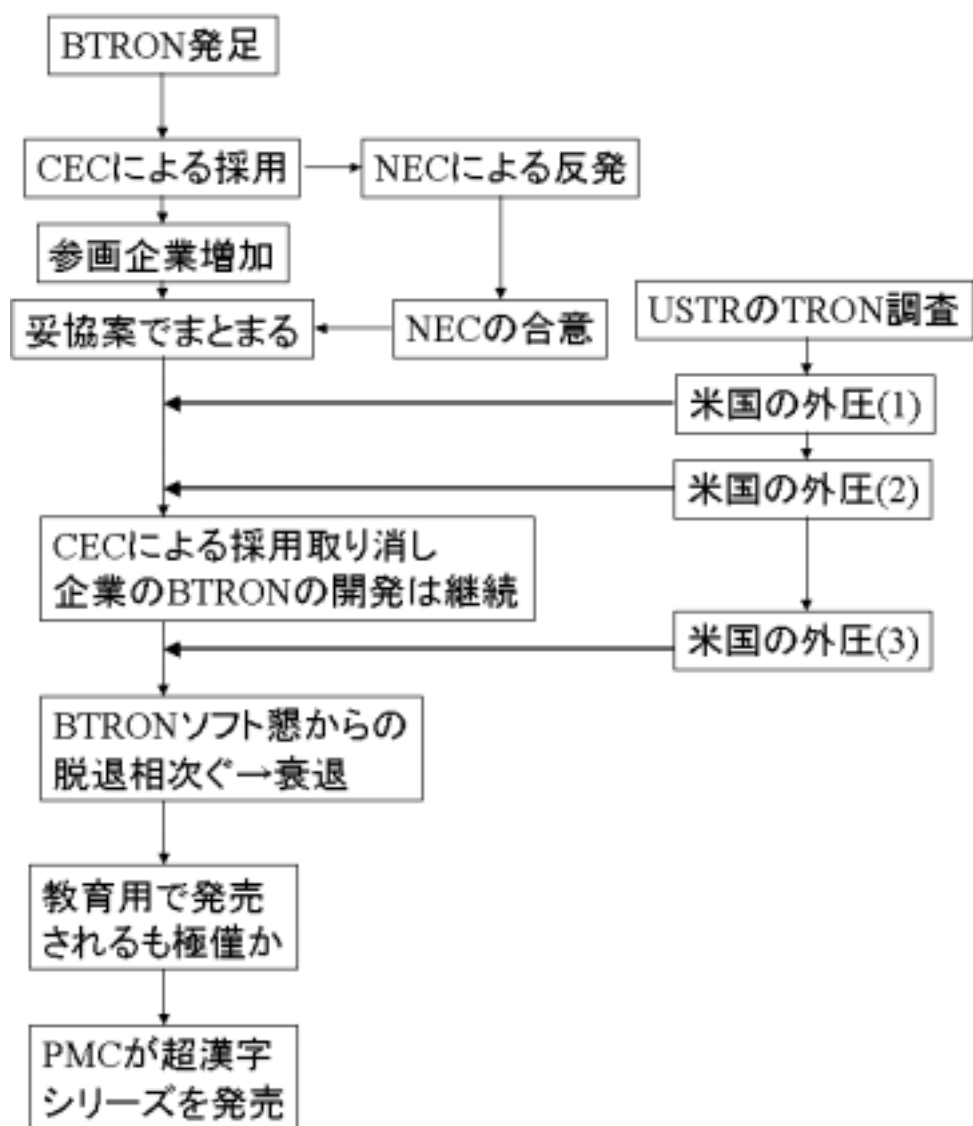
これに対し、企業側は **BTRON** 開発を継続し、**CEC** 教育用 **PC** 仕様として **BTRON** を推進していた。

1990 年、**TRON** が再度、スーパー301 条の適用候補に挙がった（米国の外圧(3)）。この時、米国は **TRON** を採用する企業の製品に対し、重い関税をかけるとして、各企業に迫った。これに対し、松下電器を始めとした **BTRON** 採用企業は、**BTRON** から撤退する事となった。

その後は、パーソナルメディア社が「超漢字」シリーズ等 **BTRON** 製品を開発・販売しているが、これまでに総計 3 万本と出荷数は非常に少ない。

図 3.は **BTRON** の経緯を上から下に時間が流れるようにして、図示したものである。

図 3. BTRON の経緯



3.2.3 BTRON と教育用 PC

コンピュータ教育開発センター（CEC）は、1986 年 7 月、わが国の学校におけるコンピュータ利用促進のための基盤的技術を研究開発し、コンピュータ教育に関して普及啓発することを目的として設立された。

そこで、小中学校に導入するコンピュータ仕様について、どのようなものが適当であるかが調査され、その結果として選ばれたのが **BTRON** 仕様であった。

そのため、**BTRON** 仕様を用いたものの一つとして、CEC の教育用 **PC** 仕様のできたのである。したがって、**BTRON** 仕様と CEC の教育用 **PC** 仕様とは同一なものではなく、**BTRON** 仕様が CEC の教育用 **PC** 仕様を内包しているのである。

しかし、**BTRON** 参画企業は、初めに教育用 **PC** として市場の一部を確保し、その後、市場を拡大しようと考えていたため、この CEC の教育用 **PC** に採用されるという事は、非常に大きな事（以下、参照）であった。

教育用 **PC** の市場を当時の状況を踏まえて、計算した。87 年当時、全国に小、中学校は、約 3 万 5 千校（約 2 万 5 千校＋約 1 万校）あった。学校の授業で **PC** を利用するならば、**PC** の授業があるクラスの生徒 1 人に 1 台なければいけない。仮に、各学校で **PC** の授業がすべて重ならないとしたら、**PC** は学校に 1 クラス分程度あれば良い事になる。そこで、各学校に 50 台の **PC** を設置すると考えると、 $35,000 \times 50 = 1,750,000$ となり、およそ 175 万台の **PC** が必要になる。また、学校で **PC** が使われるとなれば、教師が個人で買う、親が子供に買い与える等の需要が期待でき、より大きな市場になると考えられる。

87 年の年間 **PC** 出荷台数が約 120 万台で、NEC のシェアが 2/3 程度であったので、このうち 80 万台が NEC であったとしても、他企業のほとんどが **BTRON** 採用となっていたため、その後の国内販売が **BTRON** に傾くであろう事は容易に想像できる。そういった意味で、企業は教育用 **PC** に大きな期待を持っていた。

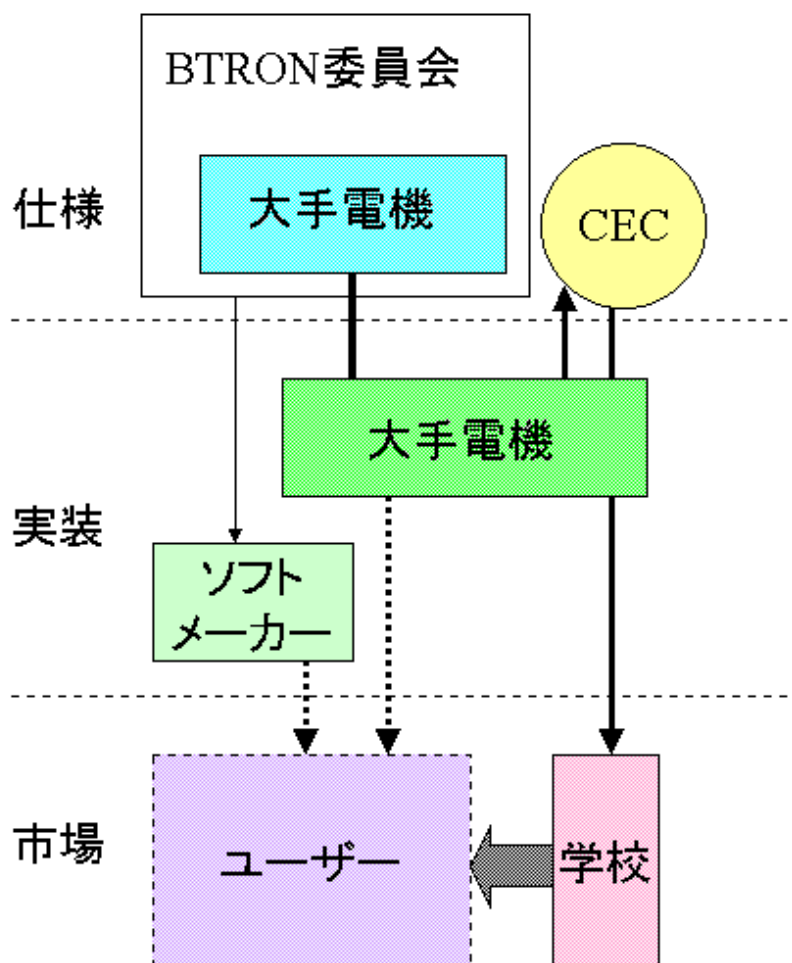
そのため、**BTRON** の普及に関して、教育用 **PC** が大きな問題になっていた。

88 年後半から 90 年までの 3 回に渡る“米国の外圧”は、教育用 **PC** の採用取り消しや大手電機メーカーに対する関税という形で現れ、**BTRON** 参画企業の多くは、90 年代初頭に撤退していった。

また、90 年代初頭までは、日本語を扱える **PC** は日本メーカー製のパソコンしかなかった。例えば、NEC の **PC-98** や富士通の **FM-TOWNS**、SHARP の **X68000** である。これは、ハードに日本語を表示する ROM を付けて実現してい

た。しかし、90年にIBMがDOS/Vを開発し、ハードではなく、ソフトで日本語を扱う事ができるようになると、日本メーカーの日本語を扱うという優位性はなくなった。このため、外圧がなかったとしても、現在のWindowsのようなデファクト標準となるのは難しかったと考えられる。しかし、現在のMacintoshと同じ程度のシェアは確保できたかもしれない。

図 4. BTRON の仕様と実装、市場



参画企業は、学校から一般ユーザーという流れで市場の確保を目指した。

3.2.4 国内における企業構造

日本と海外では、パソコンの標準化に関する事情が異なっている。それは、日本語の壁があった事によるもので、米国のパソコンメーカーが日本に非常に参入しにくかったからである。したがって、日本と世界を分けて考える必要がある。

1980年代、NECのPC-98シリーズとその互換機であるセイコーエプソンのパソコンが約2/3のシェアを誇っていた。OSには日本マイクロソフト社のPC-98用MS-DOSが採用され、これらがデファクト標準となっていた。PC-98シリーズ以外には富士通、シャープ等のメーカーが独自規格のパソコンを販売していたが、その市場シェアは非常に少なかった。

こういった中で、NECとセイコーエプソン2社の市場独占に対抗すべく、松下電器を中心とした大手電機メーカー数社が集まり、1984年から坂村健氏を中心に進められていたTRONプロジェクトに参加する事となった。その後、CECによって、BTRONが全国の小中学校に配備される教育用パソコン仕様に採用された事から、PC-98シリーズに対抗するOSとみなされるようになった。しかし、この時点ではBTRON機は発売されていなかった。また、同時期にはAX規格と呼ばれるPC/AT機をベースにした規格も誕生し、国内でパソコン規格が乱立していた時期といえる。

・BTRON対NEC

1980年代は、NECのPC-98規格がデファクト標準となっており、それ以外の各PCメーカーは苦戦を強いられていた。そんな中でNECに対抗するために、BTRONに参加し、団結することで、NECと対抗しようとした。

その構造を図5.に示した。

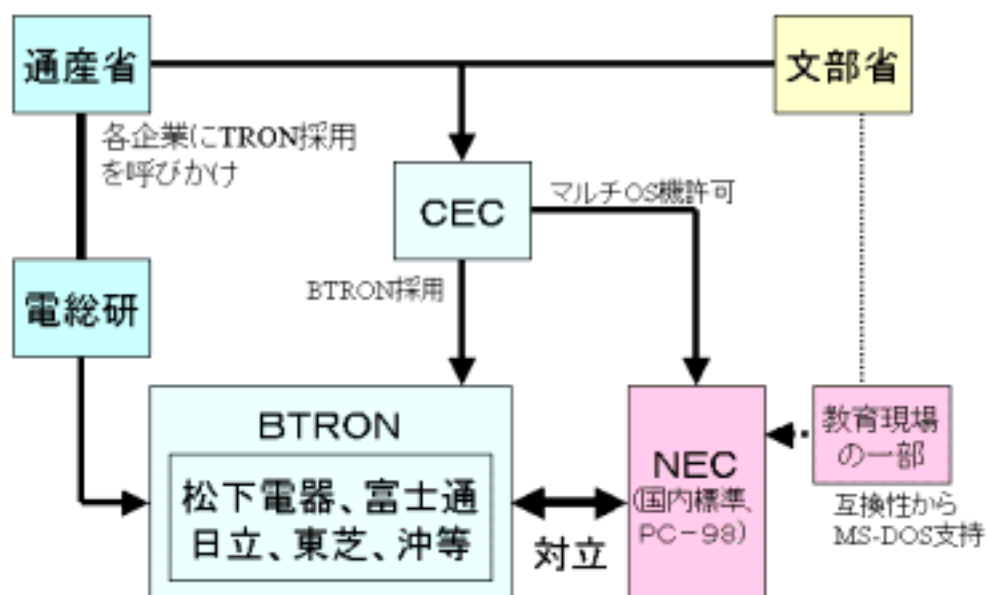


図 5. BTRON 対 NEC の構造

・ BTRON 参加企業の姿勢

ここに BTRON 勢と NEC 勢との対立ができた。また、AX (日本版 IBM PC-AT 互換、BTRON 参画企業の多くが重複参加) や FM-TOWNS (富士通独自) 等、さまざまな規格が乱立しており、BTRON に参加する富士通でさえ、独自規格を作っていた。それは、BTRON が決して一枚岩ではなく、参加する各企業にとっては、NEC に対抗するための 1 手段にすぎなく、それ以外の対抗手段を同時に進行していたことを意味しているだろう。

3.2.5 米国からの外圧の経緯

80 年代後半、世界では IBM による PC/AT 型パソコンのオープン戦略により、IBM-PC/AT 互換機が標準となっていた。ただし、IBM 自身の市場シェアは 3 割程度であった。それは、IBM のオープン戦略により、パソコン本体を互換機メーカーがそれぞれ作れるようになったからである。また、OS はマイクロソフト社の MS-DOS が標準であった。それに対し、日本は独自の PC、OS を採用しており、日本語の壁もあった事で外国企業の日本参入は難しい状況であった。

そのような中、USTR による TRON に関する調査が 1988 年 1 月から始まった。半年以上の調査期間から、USTR は TRON が日本政府によるバックアップを受けていると結論付け、日本政府に対し勧告をした。これが 1 回目の外圧で

ある。これは、日本政府の対応でこの件については納まった。

翌 1989 年 4 月には、USTR は貿易障壁 (非関税障壁) の一つとして取り上げ、再び外圧をかけてきた。これが 2 回目である。ここで、CEC は教育用 PC を BTRON 必須としない方針に切り換えた。ただ、各企業の多くは、CEC に納入する PC に BTRON を採用しており、実質的には変わらなかった。

しかし、さらに翌 1990 年には、再度 TRON が貿易障壁として取り上げられ、更には TRON を採用している企業他製品に対し、アメリカ国内で多額の関税をかけると圧力をかけてきた。そこで、BTRON 推進のリーダー的存在であった松下電器が BTRON ソフトウェア懇談会から撤退した。それによって、BTRON は衰退していった。

坂村健教授は後に「このような (外圧のような) 事態までは予想していなかった」と言っている。

日本と米国の関係を軸に、TRON プロジェクトが受けた外圧の構造を図示したものが図 6. である。

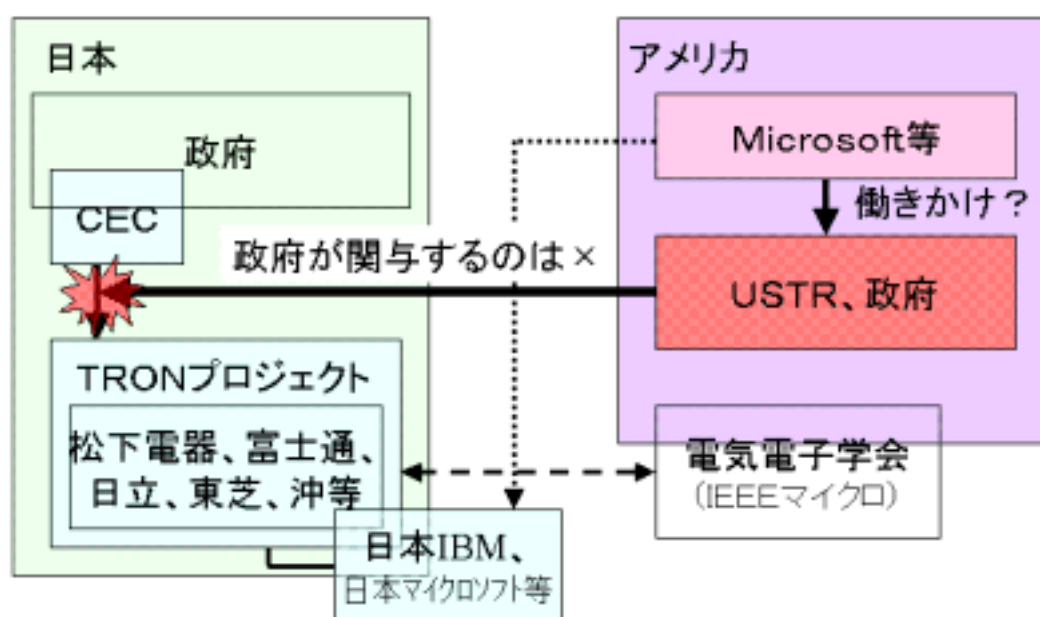


図 6. BTRON と日米関係

3.2.6 企業の BTRON 撤退に至る過程

「CEC による教育用パソコン仕様に BTRON 採用」という事は、①消費者に BTRON が普及するという期待を高める効果があったといえる。しかも、全国の小中学校に配備されるという事から大きな市場を確保できると予測され、②

パソコンメーカーやソフト開発企業等の補完財供給業者に対しても、大きなインセンティブを与えたといえる。また、**BTRON** 仕様のオープン化は、③補完財供給業者に対して、**BTRON** 機の市場に参入しやすいという効果があったと考えられる。これらの効果(①,②,③)がお互いに相乗効果を働かせ、④将来への期待が大きくなっていったと思われる。

ここで注目すべき問題点は、⑤実際には製品が販売されるには至っていなかったという事実である。デファクト標準を形成する上での下地はかなり出来てはいたが、現実には本格的に製品を販売する（一般、教育用共に）には至らず、**BTRON** 機は、実際に販売されなかったのである。

販売されなかった原因は、実際に教育用パソコンとして配備されるパソコンが出来上がるまで、⑥各企業が実際には販売をしないという暗黙の了解のようなものがあつた事である。これは、**CEC** の教育用パソコン仕様は毎年変更されていたため、その仕様に完全に合致したパソコンが出来てから、かつ、実際に小中学校に配備されてから、一般市場にも出そうという企業の思惑が働いたという事でもあろう。これは、「**CEC** による教育用パソコン仕様に **BTRON** 採用」という政策がもたらしたものと考えられる。

つまり、**CEC** による教育用パソコン仕様に **BTRON** 採用という方針が、現実(⑥→⑤)と企業や消費者の予測(①,②,③→④)との間に乖離を生んだと考えられる。

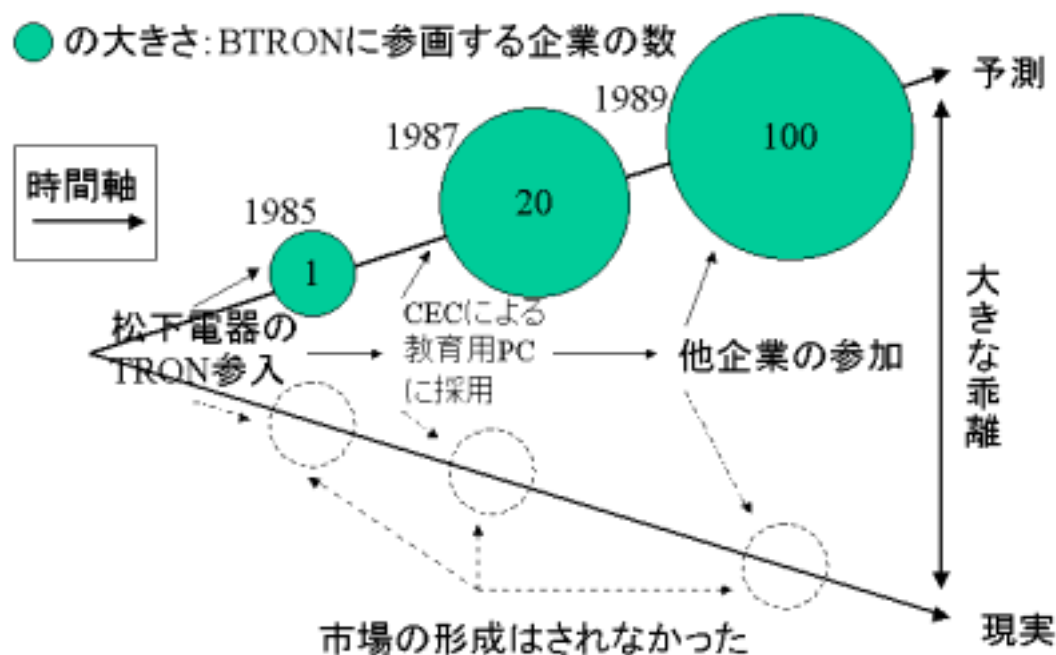


図 7. バブルを生んだ経緯

そういった中で、米国によるスーパー301条に **TRON** が指定され、これらの効果の前提条件である「**CEC** による教育用パソコン仕様に **BTRON** 採用」への期待が白紙に戻される事になった。すると、**BTRON** はたちまちのうちに求心力を失って、その勢いは失速した。この原因は、**BTRON** 機が販売されていなく、事業基盤が脆弱であったためである。そのために、各企業は **BTRON** から撤退し、他の規格や **NEC** の **PC-98** 規格等に一気に企業が流れていった。

また、**BTRON** 以外に、**IBM PC/AT** 互換機仕様がソフトで日本語を扱えるようになり、日本語を扱うための **PC/AT** 規格である **AX** 規格が、本来の **PC/AT** と同じ規格になる事ができた。そこで、**AX** 参画企業は、**OADG** (**PC** オープン・アーキテクチャ推進協議会) を結成し、**AX** 規格から移行した。これには多くの **BTRON** 参画企業が参加している。

参画企業にとっては、**NEC** に対抗するのに **BTRON** でなければならない理由ではなかった。むしろ、国内は **BTRON**、海外は **PC/AT** というダブルスタンダードの状態は歓迎すべき状態ではなかった。また、**OADG** には、米 **IBM** の技術が中心となる事で、外圧の心配もないという利点もあった。

3.2.7 BTRON の失敗要因

BTRON の要因について、企業、製品、市場、外圧という 4 つの視点で列挙する。

企業

- ・国内、海外での企業の対立構造があった
- ・特に NEC に対抗する為にまとまった企業連合であった

製品

- ・代替技術が多く存在していた
- ・製品ターゲットが PC や PDA といったコンピュータに限定されていた

市場

- ・新規市場を開拓しようとしていた
- ・仕様策定と実装の販売の時期が分離されており、産業基盤が脆弱であった

外圧

- ・教育用 PC に採用される事で多くの賛同企業が得られたが、それに対し、米国の外圧がかかり、リーダー企業を始め、ほとんどすべての企業が撤退した

BTRON には新規市場を国策的に作ろうとしたという側面があり、米国に付け入る隙を与えた。また、代替技術がある事は、米国が圧力をかける理由となっている。そして、米国の外圧は実際に効果を発揮し、BTRON は普及しなかった。

3.3 ITRON の事例

3.3.1 ITRON 概要

ITRON とは、Industrial TRON の略であり、機器組み込みシステム用のリアルタイム OS 仕様である。

ITRON はワンチップマイコンにも搭載できるように、小型軽量化が可能である。特定のプロセッサを前提としていないため、8 ビットから 32 ビットまで多種多様なプロセッサに実装可能である。ITRON は OS を含んだ組み込み機器の分野でシェア 50%以上を獲得しており、デファクトスタンダードとなっている。

実装例として、日本の携帯電話のほとんど全てで ITRON が使われている。また、トヨタ社の 4 輪駆動システムやヤマハ社の電子楽器で OS が搭載されているものは、すべて ITRON が使われている。

3.3.2 ITRON の経緯

80 年代始め、産業用組み込み機器において、リアルタイム性が重要と目されるようになってきており、それに伴うリアルタイム OS の開発が求められていた。当時、旧通産省電子技術総合研究所（電総研）では、坂村健を中心として、リアルタイム OS の調査、開発がされていた。83 年に坂村健は電総研を出て、東京大学に赴任すると、TRON プロジェクトを発足させた。

その頃、NEC は自社の半導体に載せるリアルタイム OS を開発しており、もう少しで完成という処までできていたが、坂村健が TRON プロジェクトを発足させるのを契機に、自社独自 OS に見切りをつけ、TRON プロジェクトに参画する事になった。また、その時期に少し遅れて、日立、富士通等半導体メーカーも自社半導体に対するリアルタイム OS についてどうするか思索中であつた。しかも、旧通産省が TRON 採用を各メーカーに呼びかけていた事もあり、半導体メーカー各社は TRON プロジェクトに参画する事になっていった。そして、各メーカー間で協力体制が敷かれた。ここで BTRON との違いは、国内においては対立する企業がなかった事である。

最初の ITRON 仕様が完成・発表されるのは 87 年であるが、その前年の 86 年には各半導体メーカーでは実装がなされており、NEC については既に販売もしていた。この時、多くの半導体メーカーは半導体の開発をすると、アセンブラ、C コンパイラの開発と並んで、ITRON 仕様リアルタイム OS の開発に着手する体制になっていた。仕様と実装が平行して行われており、実装の経験を仕様にフィードバックしていった。

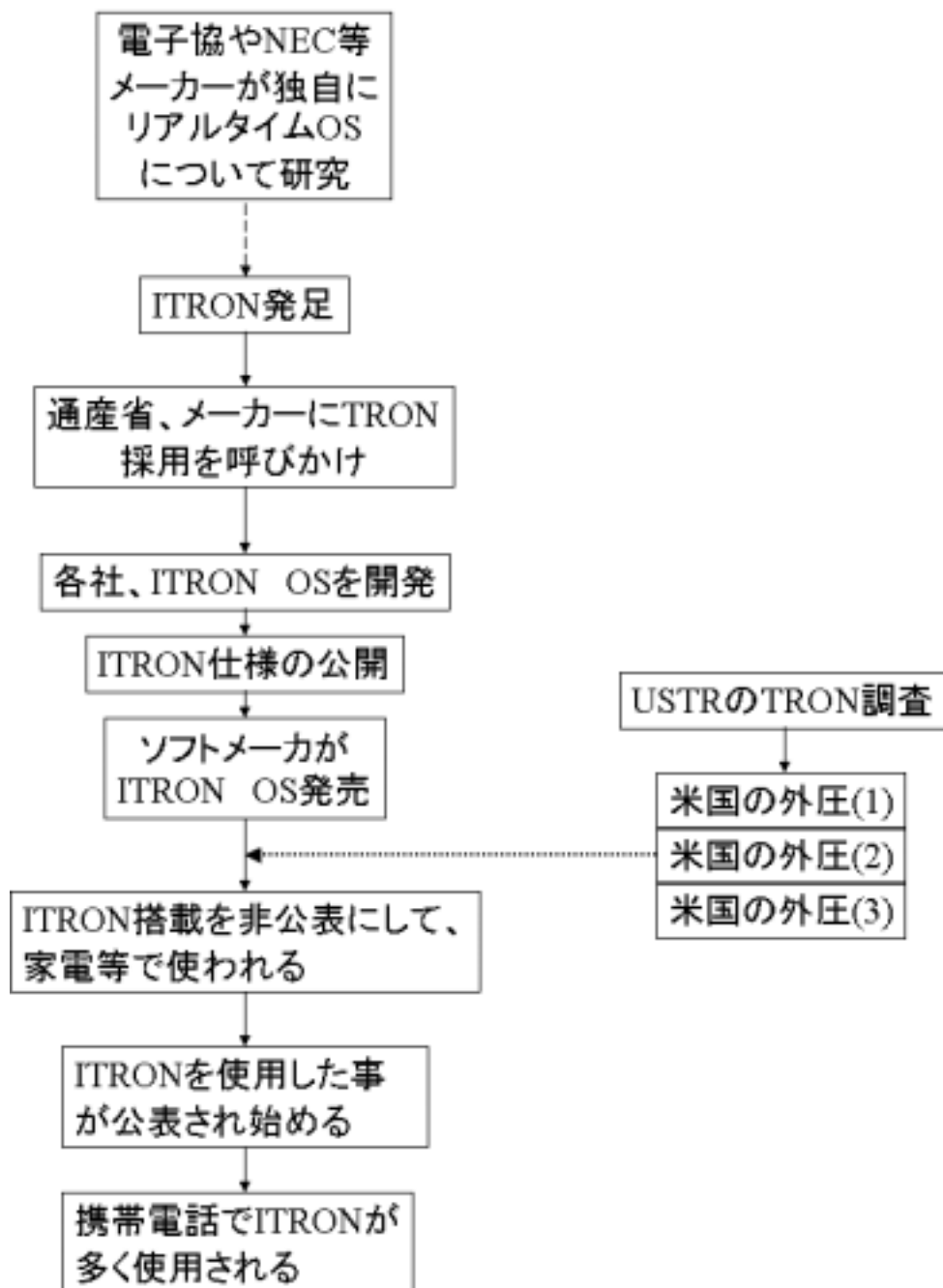
各半導体メーカーは、半導体に **ITRON** 仕様リアルタイム OS を付属させて販売をしていた。そのため、中間メーカーは製品開発に必要な OS 部分を自社で作るよりは、はじめから付属してきた、しかも半導体を作ったメーカー製のリアルタイム OS を使う事で、開発コスト（時間、費用）を減らす事ができ、各社独自の部分だけに注力するだけでよかった。その為、半導体メーカーの半導体が売れば売れる程、**ITRON** は普及していく事になった。また、半導体メーカーは自社の製品（例えば、家電、AV 機器）に **ITRON** 仕様 OS を採用していく事により、既存の市場を背景に普及していった。

TRON プロジェクトは、88 年から 90 年にかけて 3 回の外圧を受けたが、**ITRON** に関しては、ほとんど外圧と呼べる程のものはなかった。

そして、90 年代後半の爆発的な携帯電話の普及から、NTTDoCoMo が i-mode サービスを始めると、携帯電話の大半は **ITRON**（**JTRON** を含む）を使ったものとなった。

ITRON の経緯を上から下に時間が流れるように図にしたのが図 8.である。

図 8. ITRON の経緯



3.3.3 ITRON と半導体業界の関係

80年代始め、米国の半導体メーカーやソフトウェアメーカーではリアルタイム OS がいくつか開発されており、日本の半導体メーカーも自社のマイクロプロセッサの適用範囲を広げるためにも、独自にリアルタイム OS を持つ必要性が高まっていた。そこで、ITRON プロジェクトでは、各半導体メーカーが仕様策定と同時に実装の開発・販売も行っており、実装から仕様へのフィードバックがなされ、よりニーズに合った仕様へと変更されていった。

それが顕著に現れているのは、ITRON 仕様の 2 つの分化である。ITRON は今までと同じ規模の ITRON2 と、より小さな組み込みシステム向けに特化された μ ITRON2 の 2 つに分化される事で、多様な企業のニーズに対応した。

特に μ ITRON は、この規模としては国内外に競合製品がなかった事や、半導体を購入するユーザー（中間メーカー）に対して、半導体メーカーがリアルタイム OS からアプリケーション開発までトータルなサポートをした事で普及が促進された。

また、ユーザー（中間メーカー）は、新製品開発において ITRON を用いていれば、プロセッサを変更する等が容易にできるというメリットがあった。

結局、ITRON2 の方はあまり普及しなかった為に、次期バージョンからは μ ITRON が主力となった。そして、ITRON は順次、改良されていっている。

現在では、 μ ITRON4.0 が公開されている。

ITRON を仕様と実装、市場の視点から図示したものが図 9.である。

図 9. ITRON の仕様と実装、市場

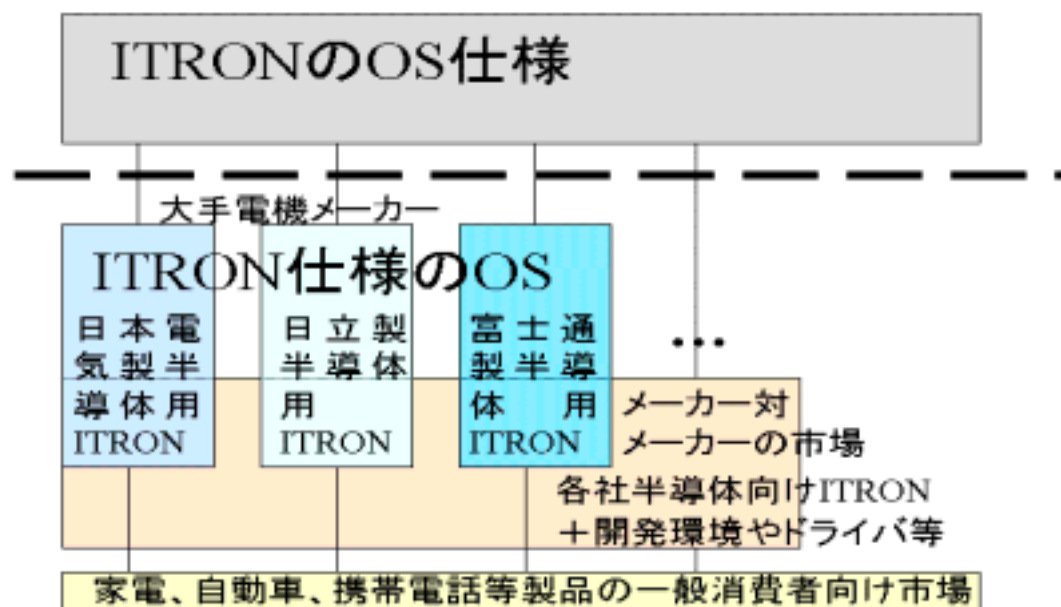


図 9.からわかるように、ITRON はプラットフォーム型の部分を含むようになっている。

3.3.4 リアルタイム OS の経緯の違い

米国における組み込みシステム技術は、軍事産業や航空宇宙産業などの大規模なシステムに引っ張られ、発展してきた。それに対し、日本の産業は、AV 機器、家電製品等のシステムとしては小規模だが、大量生産される分野を対象として、発展してきた。特に **ITRON** 中心メンバーである半導体メーカーは、大量生産品が大きなビジネス対象であった。

少量生産品で重視されるのが、開発コストの削減であるのに対し、大量生産品では、最終製品のコストを下げる事が重視される。そのため、大量生産品では、システムに必要なハードウェア資源の削減の要求に厳しく、リアルタイム OS にも実行時オーバーヘッドや使用メモリが少ない事が求められる。

μ **ITRON** は、仕様、実装の両面でそれら要求に答える事が重視されているのに対し、相対的に大規模なシステムを対象とする米国のリアルタイム OS 製品は、それらの要求に答える事ができなかった。従って、その分野のリアルタイム OS は米国において、有力な競合製品がなかった。

3.3.5 ITRON に対する米国の外圧

“米国の外圧”の時点で、**ITRON** は μ **ITRON** に分化された時期であった。米国は外圧をかけても、競合製品がなかったために米国製品を売り込む事ができず、メリットがなかった。そのため、“米国の外圧”は主に **BTRON** と **CTRON** に向けられる事となった。

しかし、メーカーは同じ **TRON** を使用しているという事で、米国に目を付けられる事のないように、外圧以後は自社製品が **ITRON** を使用している事を公表しないようになった。これは、ユーザーが製品を使う際に OS を意識する事なく操作できるため、企業は **ITRON** を使用している事を宣伝するメリットがなく、しかも、公表しない事がデメリットにもならなかったからである。

3.3.6 ITRON の成功要因

ITRON の要因について、企業、製品、市場、外圧という 4 つの視点で列挙する。

企業

- ・国内企業が協調していた
- ・競合企業が国内外にいなかった
- ・産業構造がプラットフォーム型であった

製品

- ・製品ターゲットが家電、産業用工作機器、車等、多種類だった
- ・リアルタイム OS のニーズがあった
- ・基本的にハードに付随するため、OS 核部分は無料

市場

- ・既存市場の置き換え
- ・仕様策定と実装の販売が同時進行で行われ、メーカーのニーズをフィードバックした

外圧

- ・ほとんどなし

ITRON には、海外で代替技術と呼べるものがなく、そのため、競争相手がいなかった。従って、BTRON のように米国の外圧を強力に受けるのではなく、極僅かに受けただけに過ぎなかった。それは、米国に代替技術も競合企業もなかったためである。

また、企業にニーズがあり、仕様策定と実装の開発・販売が同時に進行していく事によって、また、既存の市場に置き換えていく事によって、事業基盤が強固なものになっていった。

3.4 CTRON の事例

3.4.1 CTRON 概要

CTRON とは、Communication TRON の略であり、情報通信ネットワークの交換処理、通信処理、情報処理に共通に適用できる OS インターフェイス仕様である。

高いリアルタイム性と超多重処理を実現でき、マルチユーザを制御できる。また、国際標準との整合性をとっている。

例として、NTT の OS 仕様「IROS」(CTRON 準拠) は、同社の広帯域 ISDN 向け OS の調達仕様となっており、NEC、富士通、日立、沖の国内企業をはじめ、ノーザン・テレコム (カナダ) といった海外企業もこの仕様に準拠した製品を NTT に納入している。

3.4.2 CTRON の経緯

CTRON は、もともと NTT による通信機器の仕様策定という側面を持っており、プロジェクトとしても NTT が密接に関わっている。

NTT の前身である旧電電公社は、通信機器の調達に関し、日本国内の 4 つのメーカー (NEC、富士通、日立、沖電気) に特定していた。しかしながら、世界の情勢は、国際調達にかけるという風潮になっており、旧電電公社の調達に関しても米国から国際調達にするよう要望されていた (日米通信機器調達問題)。また、世界において通信事業自体も国営から民営へと移っており、そして、国内においても旧電電公社の民営化の声が高まっていた。そのような中で、1985 年に NTT (日本電信電話株式会社) として民営化された。

NTT が TRON プロジェクトに参加したときは、TRON プロジェクトの中に通信機器のための仕様がなかったために CTRON が新たに作られる事となった。そして、CTRON は、NEC、富士通、日立、沖電気、東芝と NTT がメインとなって、活動している。

1988 年から、TRON プロジェクトに米国の外圧がかかり始めるが、CTRON サブプロジェクトは、NTT と提携していた米 ATT とカナダのノーザンテレコムを CTRON プロジェクトに参加させた。それと同時に NTT の通信機器調達を CTRON に準拠した仕様による国際調達として、海外企業からも調達するようになった。そのため、米国側の要求はほぼ通った形となり、CTRON は NTT の調達基準として使用されることとなった。

その後、沖電気等が、CTRON を用いて PBX (構内交換機) や ATM に利用

し、CTRON 製品が使われる事となった。

NTT の民営化から CTRON の経緯を図にしたものが、図 10.である。

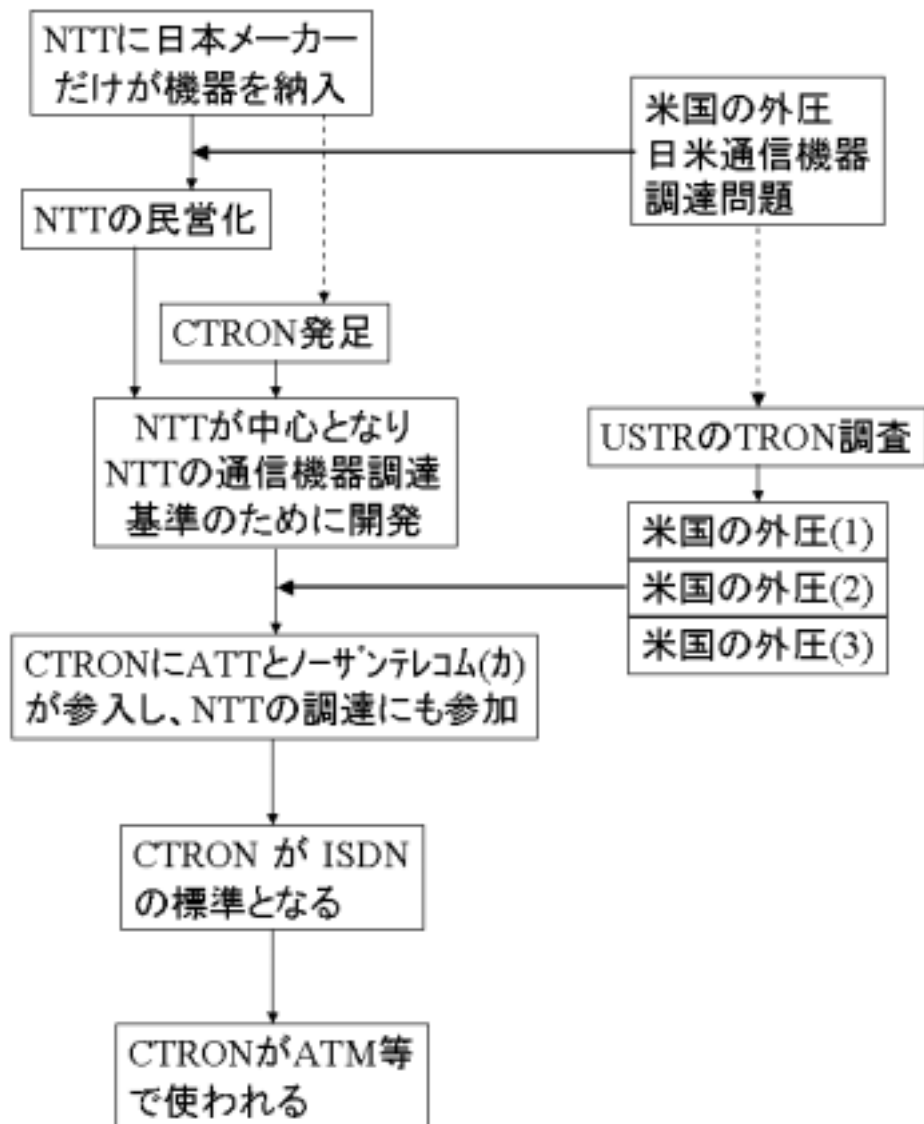


図 10. CTRON の経緯

3.4.3 NTT と通信機器業界の構造

80 年代の中頃まで、旧電電公社は通信機器調達の際、所謂、電電ファミリーをはじめとした、日本企業以外の企業からの調達を受け付けなかった。具体的には、NEC、富士通、日立、沖の 4 社である。

これら企業は、NTT が作成した仕様に基づいて、ハード、ソフト共に完全な互換性のあるようにして、NTT に収めていた。例えば、NEC の筐体のボードを富士通のボードと交換する事が可能といったように、形や電氣的な信号レベルで互換性があった。

しかし、世界の情勢として、通信インフラの機器調達は国際調達をするという気運が高まっており、米国や欧州はその方向に移行していた。そんな中で、日本も通信事業の民営化とその機器調達を国際調達するように求められるようになった。

日米通信機器調達問題で、米国からの外圧がかかり、また、国内の状況により、旧電電公社は NTT として民営化される事になった。そして、80 年代は民営化に次いで、通信機器の国際調達をするように求められていた。

図 11. CTRON の仕様と実装、市場

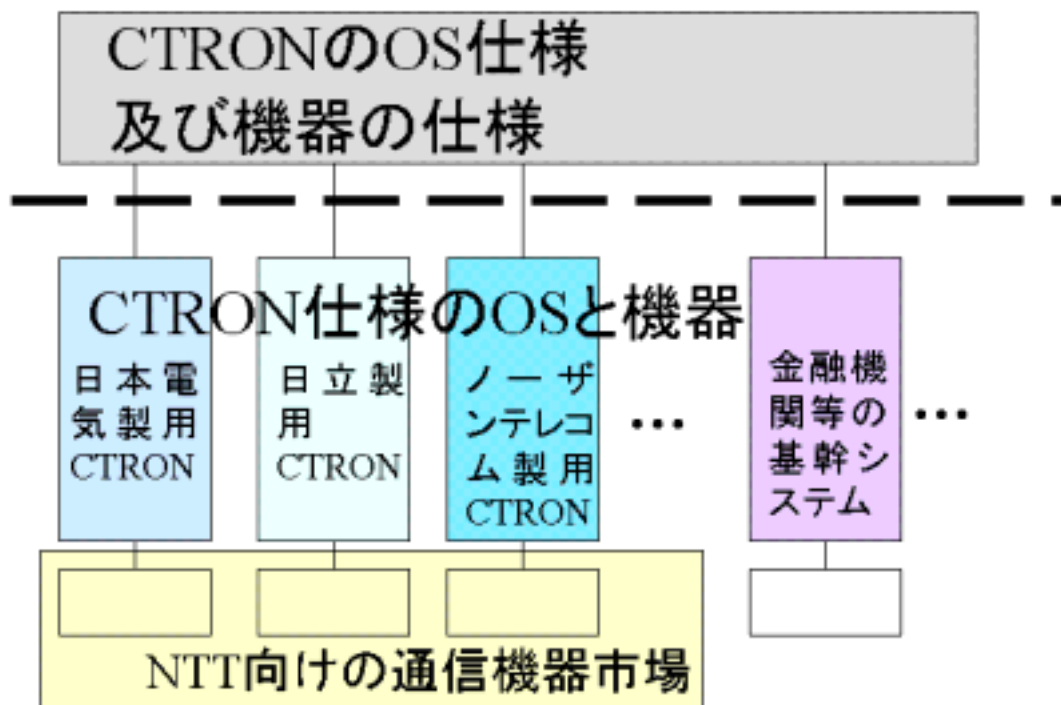


図 11.では、NTT 向け通信機器市場にノーザンテレコムが参入しているが、外

圧前までは参入しておらず、機器を納入していたのは日本メーカーのみであった。また、CTRON は NTT の通信機器市場が主であった。

3.4.4 CTRON に対する米国の外圧

CTRON への外圧は、NTT の通信機器調達問題と密接に関係しており、これは米国による通信機器の自由化への圧力だったといえるだろう。それに対して、NTT を含めた日本側の対応は、CTRON プロジェクトに ATT とノーザンテレコムを参加させ、更には調達を自由化して国際調達とし、ノーザンテレコムを参入させた。これによって、日本は米国側の要求をほぼ満たした事になり、NTT は CTRON を採用する事が出来た。

3.4.5 CTRON の成功要因

ITRON の要因について、企業、製品、市場、外圧という 4 つの視点で列挙する。

企業

- ・ NTT を中心とし、NTT に機器を納入する大企業のための連合であった

製品

- ・ なし

市場

- ・ NTT の機器調達という少ない企業による大きな市場があった
- ・ 仕様策定する企業と顧客が同じ (NTT)

米国の外圧

- ・ 外圧に対して、適切な対応を取った

日米通信機器調達問題に始まる外圧があったが、NTT の機器調達で仕様のオープンな CTRON を採用し、外国企業（ノーザンテレコム、ATT）を CTRON 及び NTT の機器調達に参入させる事で、米国の要求を満たした

米国の外圧は、日米通信機器調達問題と密接に関わっており、米国の思惑は、日本の通信インフラ市場に外国企業を参入させる事であった。そのため、日本側はその要求をかなえたため、米国は CTRON を潰そうという事もなく、NTT においては、機器調達の基準となった。また、その技術を応用した機器が関連企業から発売され、金融機関等の ATM システムで用いられる事となった。

第 4 章 TRON の事例分析

4.1 TRON の成功・失敗要因分析

4 つの視点で区切り、大まかに比較した表 1.を作成した。

表 1. 4 つの視点での大まかな比較

	BTRON	CTRON	ITRON
企業	×	△	○
製品	×	—	○
市場	△	○	○
外圧	×	△	○

表 1.を見ると、BTRON は失敗しても当然と思われる状態であった。それに比べて CTRON、ITRON は良い条件をそろえていた。

これらをより詳しく要因を調べるために、表 2.で細かく比較した。ただし、表は外圧より上は 80 年代後半、外圧以下は 90 年の外圧後を表している。

表 2. 4 つの視点での細かな比較

	BTRON	CTRON	ITRON
企業間関係	国内、海外で対立	NTT の元で協調	協調
競争相手	NEC、MS	なし	なし
リーダーシップ	松下電器	NTT	なし
参加企業数	少ない(11～)	極僅か(5～)	多い(30～)
産業構造	囲い込み型	囲い込み型	プラットフォーム型
ターゲット	単、コンピュータ	単、通信機器	多、家電、車等
既存技術との関係	革新的	連続的	連続的
製品の状態	完成品	パーツと完成品	パーツと完成品
ソフト、ハードとの関係	分離	緊密	一体
機能（汎用性）	多い	少ない	少ない
代替技術	あり	あり	なし
顧客の種類	学校、個人	主に NTT	企業、個人
顧客の種類	公、私	主に NTT	私
顧客のニーズ	ニーズの開拓	あり	あり
市場（新規/既存）	新規	既存	既存
市場の規模	小さい	大きい	大きい
中間の市場	なし	なし	あり
市場の成長見込み	大きい	小さい	小さい
ネットワーク外部性	ある	ない	ある
外部性の働く処	消費者	働かない	企業
仕様策定と市場形成の時期	分離	分離	同時進行
政策	CEC による採用	NTT の国際調達	旧通産省の呼掛け
米国の外圧/度合	あり/大きい	あり/大きい	なし/極小さい
外圧への対応	CEC による採用の取り消し	外国企業の参入を認める	使用している事を公表しない
外圧後の企業のインセンティブ	なし	あり	あり

ここで、左側の要素は、上から企業、製品、市場、外圧の 4 つの群に分けており、その中で各事例の成功・失敗要因と特徴を列挙したものである。成功するためにプラスの働きをするものを赤字で、マイナスの働きをするものを黒太字で表示している。

この表を見ればわかるように、ITRON では成功するためにプラスの働きをす

るものが多くあった事がわかる。それに対し、**BTRON** はマイナスの働きをするものが多い。また、**ITRON** でプラスの働きをするものが **BTRON** では逆の関係（マイナスの働き）になっている事がわかる。例えば、企業間関係で **ITRON** が協調しているのに対し、**BTRON** では国内、海外で対立している事である。

これらの表と各サブプロジェクトの事例から、特に重要な要因は以下の 4 つであると考えられる。

(1) 企業の競合関係、事業構造

BTRON は国内、海外で企業が対立する構造にあった。そのため、**BTRON** が貿易障壁と見えるような事態になった途端に、米国企業は米国政府を動かし、外圧を発生させた。

ITRON は国内、海外共に競合企業がなかった。そして、日本の大手電機メーカーを始めとして、一丸となってプロジェクトの推進をした為に事業構造が強固なものとなった。

CTRON は、顧客でありながら仕様を策定する **NTT** が中心となる事で参画企業がまとまった。

(2) 代替技術の有無

BTRON は国内、海外に代替技術がある事で、企業の競合状態を生み、米国の外圧が発生した。

ITRON は代替技術がなかったために、海外での競合企業もなく、そのため外圧が起こらなかった。ただし、**TRON** プロジェクトの一つとして、少し影響を受けた。

CTRON は代替技術があったが、国防、軍事といった部分に触れるため、代替技術を全面的に外国から受け入れる事は国策として無理があった。

(3) 仕様策定と市場形成の時期

BTRON は仕様策定がされるまでに時間がかかり、**CEC** 仕様は特に遅れた。各企業は学校に納入する事を第一として考えていたので、**CEC** 仕様が遅れた事は、販売の時期を遅らせる事になった。そして、市場が形成される前に外圧が起きて、失敗した。

ITRON は、仕様が公開される前から、参画企業によって実装された製品が半導体の付属品として販売されており、仕様の策定と市場の形成が同時進行した。しかも、既存の家電市場や産業用機器市場の置き換えという形で市場が成長したために、事業基盤は強固なものとなった。

(4)外圧(4-1)とそれに対する対応(4-2)

BTRON は外圧によって、CEC が CEC 仕様に BTRON を採用しない事に決めた。その為、参画企業は企業集団だけで、教育用 PC の納入に関し、BTRON を推進する事になった。しかし、そこでまた米国から外圧がかかり、結局企業は離れていった。そして、NEC の独占状態を打開するために、学校から市場を広げようとしていたため、その学校の市場に入り込めなかった為に BTRON は極僅かな市場で製品を販売するに留まった。

ITRON は、外圧がそもそもなかった。ただし、影響は受けた。そのため、ITRON を使用している事を一般に公表しない事になっていた。

CTRON は、外圧に対して、外国企業を受け入れる事で米国の要求を満たした。そのため、外圧を受けたが、CTRON が失速するという事態にはならなかった。ただし、これには CTRON が通信インフラであり、国策に影響するという背景があったために、米国としても自国の技術をすべて導入させるという事ができなかったという事がある。

このとき、(1)、(2)、(3)、(4)の関係によって、以下のように結果が変化すると推測される。これを表 3.に示した。ここでは、各要因で良い場合+1、悪い場合-1、該当なしの場合は0とする事で各列で足し算をし、結果を計算した。ただし、(2)は(1)の理由であるため、(1)だけを判定する事で計算した。

表 3. 要因間の関係

(2)代替技術	(1)企業間の状態	(3)仕様策定と市場形成の時期	(4-1)外圧	(4-2)対応	結果
有	競合	同時	有	良	± 0
有	競合	同時	有	悪	- 2
有	競合	同時	無	—	+ 1
有	競合	分離	有	良	- 2
有	競合	分離	有	悪	- 4 BTRON
有	競合	分離	無	—	- 1
無	協力	同時	有	良	+ 2
無	協力	同時	有	悪	± 0
無	協力	同時	無	—	+ 3 ITRON
無	協力	分離	有	良	± 0
無	協力	分離	有	悪	- 2
無	協力	分離	無	—	+ 1

以上をまとめると、最も良いのは、代替技術がなく企業が協力関係にあり、仕様策定と市場形成が同時進行であり、外圧がない事である。これは **ITRON** に該当する。また、最も悪いのは、代替技術があり企業が競合関係にあり、仕様策定と市場形成が分離されており、外圧が起きた後の対応も悪かった場合である。これは、**BTRON** に該当する。それに対し、**CTRON** は代替技術はあったが **NTT** のおかげで企業の協力関係が作れ、仕様策定と市場形成が分離されていた上で外圧が起きたが対応が良かったために結果は±0 となっており、実際には成功した。従って、**CTRON** の場合は、表の要因以外に仕様策定と需要者が同じであった事、通信インフラという特殊な状況が要因に含まれると考えられる。

以上から、成功するための要因として、代替技術のない技術で、仕様策定と市場形成が同時に進行する事が大事な要因であると推測される。（それは、同時に外圧の可能性を減らすだろう。）また、外圧が起きたときの対処の仕方も重要で、対応の仕方によっては成功することもあるだろうが、それは代替技術がなく、企業が協力関係にあると同時に、仕様策定と市場形成が同時という状態がなければ、非常に難しいだろう。

また、イノベーション（連続的、斬新的）という概念と市場（新規、既存）という視点からの分析がある。すると、各サブプロジェクトは、表 4. に示した通りに分類できる。

表 4. イノベーションと市場での分類

イノベーション\市場	既存	新規
連続的	ITRON	
斬新的	CTRON	BTRON

このとき、結果として **BTRON** は失敗しており、**ITRON**、**CTRON** は成功している。結果論ではあるが、市場は既存の置き換えである方が良いのではないかという事が容易に推測される。また、成功の度合いから、斬新的なイノベーションよりは連続的なイノベーションの方が成功しやすいと推測できる。ただし、これは日本の場合で、日本企業が連続的なイノベーションが得意であるという従来の見解通りなのかもしれない。この分析はこれ以上していないが、ここも重要なポイントとなる可能性があり、今後の研究が期待される。

4.2 TRON の発展段階分析

各サブプロジェクトの発展の段階を表 5.にまとめた。

この発展段階については、コンピュータの歴史や TRON プロジェクトの理念、歴史等から導かれたものである。

表 5. TRON の発展段階

	BTRON	CTRON	ITRON
第一段階： 初期展開の段階	教育用 PC	NTT の通信機器	家電、産業用機器
第二段階： 同種拡張の段階	ネット機能付加	他企業の用途	ネット機能付加
第三段階： 異種融合の段階	多様な製品との融合	NTT と他企業の通信の融合	特定の製品が接続される
第四段階： 全体融合の段階	どこでもコンピュータの総合端末	どこでもコンピュータの通信インフラ	どこでもコンピュータ環境の実現

第一段階は、80 年代に TRON プロジェクトが目指したものであり、第二、第三段階は、現在の社会状況や未来の IT 情勢を考慮して予測したもので、第四段階は TRON の最終目標である。

第一段階は、初期展開の段階であり、製品は単体で閉じたシステムとして稼動する。BTRON で言えば、スタンドアロンで使うワープロや個人が単体で使う PDA（携帯情報端末）である。また、ITRON で言えば、電子レンジや洗濯機、冷蔵庫といったものである。CTRON では、この段階はない。

第二段階は、同種拡張の段階であり、製品は同じ分野で接続される。BTRON で言えば、一般的な PC であり、それらはアプリケーションソフトのデータとして接続される。また、インターネットもこの段階で、PC はサーバーを介し、相互に接続される。ITRON は、ビデオデッキのようにテープという媒体を介し、他と接続される。この段階で初めて、ネットワーク外部性が働くようになる。ただし、ITRON の白物家電と呼ばれるようなものの場合、ネットワーク外部性は働かない。CTRON では、既存の電話システムである。

第三段階は、異種融合の段階であり、製品は単体での機能よりも、むしろ他との接続によってその機能を果たす。BTRON の分野では、インターネットに接続された PC が監視カメラを制御するといった事であり、相互に情報をやりとりするだけでなく、命令を与える事で情報を得る。ITRON の分野で言えば、携帯電話でインターネットを通じて、自分の貯金残高を確認すると言った事であ

る。**CTRON** では、既存の電話回線と銀行の **ATM** システム、チケット発券システムとの接続である。

第四段階は、全体融合の段階であり、製品は各個で動き、**PC** や携帯電話等の端末から人間が命令を与える事がなくても、各製品の独立に状況を判断し、情報を送る事ができる段階である。即ち、どこでもコンピュータ環境の実現である。ここでは、**BTRON** や **ITRON** といった区別は技術の区分上存在するが、相互に命令をしあう事ができるため、区別はあいまいなものになる。この例として、ごみを捨てるときにごみ自身が分別をする事で、勝手に所定のごみ箱に格納される事があげられる。もう少し、詳しく言えば、ごみ箱の入り口が一つしかないが内部で分別するように別れているとしたとき、ごみは自分で自分がどのようなごみであるかをごみ箱に送信し、ごみ箱はその情報に沿って、格納するといったような事である。

各サブプロジェクトの現在の発展段階を、表 6.にまとめて示した。

表 6. 各サブプロジェクトの現在の発展段階

	BTRON	CTRON	ITRON
第一段階	×	—	○
第二段階		○	○
第三段階		△	△
第四段階			

この表では、○は既にその段階を達成している事を表し、△はその段階に入ら途中であるか、一部がその段階に入っている事を表す。

各サブプロジェクトの現在の状況はどうであるかというと、**BTRON** はそもそも第一段階で挫折している。**CTRON** は第二段階が終わり、第三段階に入りつつあり、これから発展する事が望まれる。**ITRON** は第三段階に入っており、**i-mode** 等の携帯電話が徐々に成長・発展している。

この発展段階の分類は、**TRON** の発展段階の分類としてだけでなく、他の製品についても同様であると考えられる。それは、現在のユビキタス・コンピューティングの注目度合い、**IT** 業界の動向やコンピュータの歴史等から推測できる。すると、今後は、**TRON** の成功、失敗といった事に関わり無く、様々なものが融合し、互いに連携する社会となるであろうと予測される。その潮流を作ったというだけでも、**TRON** プロジェクトは大きな価値があると考えられる。

4.3 TRON が抱える問題と提言

ITRON は現在、デファクト標準といえるような状態になっており、今までのチャレンジャーの立場から、守りの立場になったといえる。例えば、自動車制御用コンピュータとその OS の規格として、OSEK という規格がすでに立ち上がっており、多くのメーカーがこれを採用しようとしている。これは欧州をメインとした規格であるが、性能が ITRON と遜色がなく、ITRON の技術の優位性がなくなっている。しかも、仕様策定の段階から英語が用いられており、英語圏の人にとっては、開発が容易である。ITRON も英語での仕様公開を日本語と同時にやっているが、仕様策定に関して日本人が多いため、英語に翻訳するための時間がかかり、公開が遅れるような場合もある。このような言葉の問題を言語障壁もしくは、ランゲッジバリアという。

また、開発者そのものの人口が少なく、情報に関する業界の速いスピードについていけなくなっているという問題がある。現にこれが問題で、i-mode では、JAVA 対応モデルが発売された直後、携帯電話のソフトの不具合によるサービスの停止といった事態がおき、業界で大きな問題となった。この問題を解決するために、開発者の人口を日本人以外の外国人に求めようとした場合に、ここでもランゲッジバリアが問題になってくる。外国人開発者は、英語の仕様を見て開発ができるが、しかし実際に実装する場合には、細かな部分で仕様には書いてないテクニックが必要になる事が多い。その為、結局は日本語を使用するか、もしくは日本語から英語に翻訳する形で、開発者が知りたい情報を手に入れるしかない。

その為、ランゲッジバリアは大きな問題として、TRON プロジェクトだけでなく、日本発の技術標準、仕様策定に関し、すべて関係があると思われる。ただ、付加価値部分をランゲッジバリアによって守るという戦略も考えられるために、ランゲッジバリアが一概に悪いものとは言えない。

そこで、TRON プロジェクトでは、開発者を増やすための一つの方法として、ハードウェアを含めた統合的な開発環境を開発するという手法をとっており、2001 年より T-Engine プロジェクトを開始している。また、もう一つ、優秀なプログラマーの育成にも着手している。これらは、ランゲッジバリアの問題を解決するためには、意味のある手段であると思われる。ただ、これだけに限らず、より多方面からの方法が望まれるだろう。

ITRON に関する問題として次の事が懸念される。それは、ITRON が過去の資産との継続性が弱いために、同様の技術もしくは、それ以上の技術の規格が現れたとき（特に英語で）、ほとんどすべてが短い期間のうちに置き換わる可能

性があるという事である。ITRON 製品は、補完財をあまり必要としない事が多く、置き換わる可能性は BTRON 製品等の補完財製品が多様なものに比べて高くなる。

BTRON に関する問題は、PC 市場において、すでに Windows に圧倒的に負けている事であり、ネットワーク外部性が働くために、ここからの普及は難しい事である。そのため、新たなニーズを見つけ、特定の市場を開拓しなければ、BTRON の市場を作るのは難しいだろう。PC 市場では普及が絶望的であるため、ネットワーク外部性の働かない、もしくは PC 以外の市場を探す必要があるだろう。

CTRON に関する問題としては、通信インフラという性質を持つために、日本以外の国家のインフラとして、全面的に採用する事は敬遠される可能性がある事である。そのため、CTRON は様々な国の規格と接続できるようにしなければならない。また、今後、様々なデータが同じ回線を流れるようになると、今よりも一層のセキュリティに注意しなくてはならない。そのため、流れるデータの種類や量、サービスを注意深く吟味する必要があるだろう。

各サブプロジェクトは、全体として共通のアーキテクチャを持っているという性質を利用し、既に成功し事業基盤の強固な ITRON の分野を中心として、徐々に他分野と融合しながら発展していく事が望ましい。また、それが ITRON 自身の立場を強くするだろう。

第5章 結論

5.1 まとめ

BTRON の失敗要因としては、以下があげられる。

第 1 に、代替技術があり、その技術を持つ企業との間で競合関係が生まれた事である。第 2 には、政府による支援を受けた事が原因で、米国から外圧を受けた事である。外圧を受ける下地として、第 1 の要因がある。第 3 の要因は、仕様策定と市場形成の時期が完全に分離して、仕様先行の状態になっており、事業構造が脆弱であった事である。これによって、第 2 の外圧の影響を大きく受ける事となり、失敗した。

CTRON の成功要因は、以下があげられる。

第 1 に、代替技術があったが、需要側である NTT が中心となって仕様策定することで、各企業が協力した事である。第 2 に、当時の日米通信機器調達問題から外圧を受ける事となったが、外国企業を参入させて米国の要求を実現し、外圧の影響を小さく抑えた事である。第 3 に、市場の大部分が NTT である事によって、当初から市場が確保された事である。

ITRON の成功要因は、以下があげられる。

第 1 に、企業のニーズがあるにも関わらず、代替技術が無かった事である。第 2 に、国内の企業がまとまり、協力してプロジェクトを推進した事である。第 3 に他のサブプロジェクトと違い、外圧がなかった事である。第 4 に仕様策定と市場形成が同時に進行した事である。これは、既存の市場に置き換わる形で進行した事とも関わっており、これによって、細かなニーズを市場から得る事もできた。

以上より、TRON の事例では、(1)代替技術の有無、(2)企業の競合もしくは協力関係、(3)外圧の有無とその対応の仕方、(4)仕様策定と市場形成の時期の 4 つが要因としてあげられるだろう。ただし、各サブプロジェクトの要因は、一つでは成功・失敗となるか判別できないが、それらが関係しあう事で、結果が変わっている。

(2)と(4)は戦略によって、良くも悪くも出来る。そのため、(2)、(4)共に良くなるような戦略を取れば、即ち、企業が協力関係を持ち、仕様策定と市場形成の時期が同時であるようにすれば、標準化は成功しやすいであろう。

5.2 課題

外圧は、社会的背景によって、いつでも起こるわけではないため、TRON 以外の標準化に関して、適用する事は難しいだろう。その点で、外圧が TRON の特殊な要因の一つであろう。

しかし、企業は不測の事態に備え、外圧を考慮した戦略をする必要があるだろう。その意味でこれからの研究が期待される。

謝辞

本研究を執筆するにあたって、協力を得たすべての方々に感謝します。

はじめに、本研究でご指導頂きました亀岡秋男教授に心より感謝申し上げます。また貴重なご意見を頂いた、永田晃也助教授、梅本勝博助教授に深く感謝します。

また、インタビュー調査にご協力頂きました豊橋技術科学大学の高田広章助教授、本学情報科学研究科の日比野靖教授に深く感謝します。参考資料や貴重なご意見等を頂きました **TRON** に関係するすべての方々に感謝します。

ありがとうございました。

2002.2.13

倉田啓一

参考文献

- 山田英夫, デファクト・スタンダードの経営戦略—規格競争でどう利益を上げるか, 中央公論新社, 1999.09
- 山田英夫, 競争優位の「規格」戦略—エレクトロニクス分野における規格の興亡, ダイヤモンド社, 1993.9
- 新宅純二郎、許斐義信、柴田高 編, デファクト・スタンダードの本質 技術覇権競争の新展開, 有斐閣, 2000.11
- 新宅純二郎, 日本企業の競争戦略, 有斐閣, 1994.8
- クレイトン・クリステンセン 著 伊豆原弓 訳, イノベーションのジレンマ 技術革新が巨大企業を滅ぼすとき, 翔泳社, 2000.1
- J.M.アッターバック 著 大津正和、小川進 訳, イノベーションダイナミクス, 有斐閣, 1998.11
- 土井教之, 技術標準と競争 企業戦略と公共政策, 日本経済評論社, 2001.4.1
- 浅羽茂, プロセスとしての競争研究に向けて, 組織科学 vol.34 No.4 2001 pp.15-25
- 高橋琢磨 並木富士男, 「創知資産」からの利益獲得戦略 インテルの「偏執狂パラダイム」再訪, 組織科学 vol.34 No.4 2001 pp.85-95
- 坂村健, TRON プロジェクトの 15 年, 情報処理 vol.40 No.3 1999 pp.216-222
- 高田広章 田丸喜一郎, ITRON サブプロジェクト 第 2 フェーズへの展開, 情報処理 vol.40 No.3 1999 pp.223-228
- 松為彰, BTRON の現状と多漢字問題への対応, 情報処理 vol.40 No.3 1999 pp.234-240
- 大久保利一, CTRON サブプロジェクトの最新動向 マルチメディアネットワークサービスへの展開と国際普及に向けて, 情報処理 vol.40 No.3 1999 pp.241-245
- Martin C. Libicki, Information Technology Standards 11:Some Limits of Standards Policy , http://www.pirp.harvard.edu/pubs_pdf/libicki/libicki_quest/quest011.htm , 1995
- 平成元年度学校教育におけるコンピュータの利用に関する調査研究報告書, 財団法人コンピュータ教育開発センター, 1990.7
- 学校で利用されるコンピュータシステムの機能に関する調査報告書 CEC 仕様 '90 概説編, 財団法人コンピュータ教育開発センター, 1990.6
- 学校で利用されるコンピュータシステムの機能に関する調査報告書 CEC 仕様

'90 詳細編, 財団法人コンピュータ教育開発センター, 1990.6

坂村健, TRON プロジェクト'89-'90, パーソナルメディア社, 1990.12

坂村健, TRON プロジェクト'88-'89, パーソナルメディア社, 1989.12

坂村健, TRON プロジェクト'87-'88', パーソナルメディア社, 1988.9

渡辺保史, 幻の”国産 OS” その孤独と栄光 TRON プロジェクトの現在, ワイ
アード 96 年 12 月号、97 年 1 月号, 同朋舎出版, 1996.12、1997.1

吉田司 佐藤修史, 虚王孫正義 国産 OS トロン潰しに動いた男 トロン復活の
中、次に何をする, AERA 2000.7.17 号 pp.27-30, 朝日新聞社, 2000.7

参考講演

坂村健, MST2001 TRON セミナー「TRON プロジェクトの現状と将来」,
2001.11.22

坂村健, TRONSHOW2002 基調講演, 2001.12.13

坂村健, BTRON Club 第 44 回例会 講演, 2001.12.13

参考資料

TRONWARE パーソナルメディア社

トリガー 日刊工業新聞社

プロンプト 日刊工業新聞社

日経エレクトロニクス 日本経済新聞社

日本経済新聞 日本経済新聞社

日刊工業新聞 日刊工業新聞社

産経新聞 産経新聞社

読売新聞 読売新聞社

毎日新聞 毎日新聞社

朝日新聞 朝日新聞社

参考 HP

東京大学 坂村研究室, <http://www.sakamura-lab.org/>

豊橋技術科学大学 高田研究室, <http://www.ertl.ics.tut.ac.jp/index-j.html>

TRON PROJECT OFFICIAL HP, <http://www.tron.org/>

TRON 協会, <http://www.tron.ab.psiweb.com/>

財団法人 コンピュータ教育開発センター, <http://www.cec.or.jp/CEC/>

社団法人 日本電子技術産業協会, <http://www.jeita.or.jp/>

経済産業省, <http://www.meti.go.jp/>

文部科学省, <http://www.mext.go.jp/>

独立行政法人 産業技術総合研究所, http://www.aist.go.jp/index_j.html

ITRON Project Home Page ,
<http://www.sakamura-lab.org/TRON/ITRON/home-j.html>

パーソナルメディア社, <http://www.personal-media.co.jp/>

群馬超漢字研究会 ,
<http://homepage1.nifty.com/SR50/tyoukanji/tyoukanji.html>

@Nifty TRON フォーラム, <https://enter.nifty.com/iw/nifty/fttron/> (@nifty 会
員のみ)

インタビュー

日比野靖, 北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科 教授, CTRON について, 2001.11.16

高田広章, 豊橋技術科学大学 助教授, ITRON 及び TRON について, 2001.11.22

電話、メールによる質問、ご意見等

東京大学 坂村健
オフィスゼロ 美崎薫
パーソナルメディア社 松為彰

週刊ダイヤモンド 深澤献
群馬超漢字研究会 吉田憲治、北村兼信
@nifty TRON フォーラム 伊与部倫夫

経済産業省
産業技術総合研究所
TRON 協会
コンピュータ教育開発センター

APPENDIX

年表

・ BTRON の年表

* 同年同月であっても、基本的に下の方が後に起きた出来事

- 1984.6 TRON プロジェクト始まる
- 1984.6 松下が BTRON 開発を決定、公表
- 1984 坂村健、ワコムに BTRON 用電子ペン開発依頼
- 1985.5 松下が関西中央研究所部内に情報システム研究所を設置し、200 人の
研究員投入し、BTRON 開発開始
- 1985.6 NEC、松下、富士通、日立、三菱と TRON に関する意見交換、TRON
協力確認⇒後、東芝、沖、NTT も加わる
- 1986.3 TRON 協議会発足 (NEC、松下、富士通、日立、三菱、東芝、沖、NTT
の 8 社)
- 1986.7 CEC (コンピュータ教育開発センター) 設立
- 1986.8 BTRON 技術委員会設置
- 1986.8 TRON キーボード完成
- 1987.3 BTRON 実験機公開
- 1987.5 松下がマイコンショウで TRON 機を展示
- 1987.7 通産省が TRON 採用をメーカーに説得、NEC が反発
- 1987.7 松下と富士通がコンピュータの開発・製造・販売で提携 (NEC に対抗)
- 1987.7 CEC の試作仕様の募集開始 “CEC コンセプトモデル 87 試作仕様”
- 1987.8 松下、日本 IBM など 11 社が BTRON 仕様の OS を CEC に提出、NEC
は MS-DOS 案を提出、また日立は MS-DOS、BTRON の 2 本立て案
- 1987.8 日本 IBM、日本ユニバックが TRON 協議会に加入
- 1987.8 TRON 協議会の会員数 80 社に
- 1987.9 CEC が教育用として採用予定の PC で松下と IBM が協力体制へ
- 1987.9 CEC による教育 PC の規格統一に際し、11 社 (BTRON) と NEC
(MS-DOS) で対立、10 月の統一規格予定に間に合わず
- 1987.10 NEC が妥協し、CEC の統一規格で BTRON、MS-DOS のダブル OS
機案を提案
- 1987.10 通産省、4 億 5 千万円の資金で民間に教育支援ソフトの開発委託
- 1987.10 CEC 試作機仕様'87 が決定

- 1987.11 CEC が BTRON 採用を正式決定、各社は 1988.2 末までに試作機を提出
- 1987.12 富士通、CEC 仕様が見極められないとして MS-DOS の教育用 PC を発売
- 1988.1 教員の研修を経て、89 年度より導入予定
- 1988.1 USTR（米通商代表部）による BTRON 調査開始
- 1988.1 欧・米・韓に TRON 協議会を設置するための準備開始
- 1988.2 NEC 以外の各社、CEC に試作機納入
- 1988.3 CEC が NEC 以外各社の試作機発表
- 1988.3 TRON 協会設立
- 1988.5 CEC が教育用 PC60 台を発注、88 年度内に試験・評価を行う
- 1988.5 NEC が BTRON でない試作機発表
- 1988.6 文部省が学習ソフトウェア情報研究センターを設立
- 1988.7 CEC が障害者支援 PC の開発に着手
- 1988.8 神津システム設計事務所、NEC 用 BASIC 上のソフトを BTRON 上で使用するための翻訳ソフトの開発に着手
- 1988.8 一部教員グループから、BTRON に対する批判運動が表面化⇒仕様策定が遅れる
- 1988.10 NEC がマルチ OS 案を CEC に提案
- 1988.10 USTR が日本政府に圧力「OS 調達を松下に限定するのは政府調達ルール違反」⇒「BTRON は誰でも開発できる」として、USTR は矛を収める
- 1989.1 福武書店ニューメディア研究所が学習統合ソフトを BTRON 対応に今秋発売へ
- 1989.1 三菱電気が BTRON ワープロ開発開始
- 1989.2 BTRON ソフトウェア懇談会設立準備、22 社が集まる予定
- 1989.3 BTRON が CEC 機に使用される事が決定されるも細かな部分は未定
- 1989.3 松下が BTRON 実用レベル機を完成
- 1989.4 BTRON を AX へ移植作業開始
- 1989.4 米スーパー301 条に教育用 PC、TRON が候補となる
- 1989.4 TRON 協会で広報委員会幹事会が対応策を検討
- 1989.4 USTR が 1989 年版貿易障壁報告を提出
- 1989.4 TRON 協会会長名で見解を発表
- 1989.5 米国が電気通信分野の対日制裁候補リストを発表
- 1989.5 三塚通産大臣とヒルズ通商代表の会談
- 1989.5 TRON 憲章制定
- 1989.5 マイコンショウ講演で棚橋機械情報局長が譲歩をほのめかす

1989.5 USTR 主導の非公式な事務レベル協議
1989.5 CEC が米側に「調達計画はまだ決まっていない」として理解を求める
1989.5 TRON 協会が USTR ヒルズ代表宛てに文書にて抗議
1989.5 BTRON ソフトウェア懇談会の初会合
1989.5 TRON がスーパー301 条候補から外れる
1989.6 NEC 等が米の外圧を背景に CEC に BTRON 不採用を要求
1989.6 CEC が BTRON 仕様による統一を断念した事が発覚
1989.6 USTR、BTRON 搭載教育 PC に反対を表明
1989.7 TRON 協会、USTR に抗議
1989.7 CEC、BTRON 仕様試作機の評価継続と発表
1989.8 BTRON CLUB 発足
1989.9 ハワイで TRON に関する日米政府間折衝
1989.10 BTRON マルチメディア通信研究会発足
1989.後半 松下が PC 用 BTRON の単体発売を予定
1990.1 日本航空が BTRON 仕様端末予約システム (JAL-BTRON) 発表
1990.2 パーソナルメディア社より TRONWERE 創刊
1990.3 AX 版 BTRON 開発終了
1990.3 μ BTRON 仕様公開
1990.3 1990 年貿易障壁年次報告に再度 TRON が指定
1990.前半 松下は TRON 開発部隊を解散、他の企業も BTRONPC 発売を中止
1990 BTRON ソフトウェア懇談会のメンバー脱退相次ぐ
1990.7 BTRON1.3 仕様公開
1990.8 1B を東芝 J3100 に移植
1990.9 松下通信工業、CEC'90 準拠のパナカル ET 発売、学校市場のみ
1990.12 2B 開発し、受注開始
1990.12 JAL-BTRON 予約システム稼働
1991 BTRON ソフトウェア開発機構発足
1991.6 TRON キーボードを発売
1991.8 一般に発売される初めての BTRON 搭載機、1B/note 新聞発表
1991.9 1B/note 試験販売
1991.9 パーソナルメディア社が 2B 使用ワークステーション受注開始
1991.12 1B/note 正式発売
1991.12 パナカル ET にネットワーク機能
1992.4 1B にイネーブルウェアを装備したものを発売
1992.4 1B スキャナ発売
1992.10 マイクロスクリプトを開発

1992.10 1B 電子ブックリーダー規格
1992.10 1B 表計算を開発
1992.12 パナカル ET 用に音のサンプリングソフト発売

1994 三菱の BTRON ワープロ開発されるも発売中止
1994.8 新生 BTRON CLUB 発足
1995.3 3B 仕様 OS 完成
1995.10 BTRON ユーザー3 万人達成

・ ITRON の年表

1983.秋 NEC が坂村健の TRON を聞き、協力体制に
1984.6 TRON プロジェクト発足
1985.6 NEC、松下、富士通、日立、三菱と TRON に関する意見交換、TRON 協力確認⇒後、東芝、沖、NTT も加わる
1985 「リアルタイムオペレーティングシステム ITRON」日本ロボット学会誌 vol3-5
1985.秋 NEC が自社 MPU の V シリーズ向けに ITRON 仕様 OS 「RX116」発売
1986.2 日立がモトローラの 68 系 MPU 向け ITRON 仕様 OS 「ITOS」開発
1986.3 TRON 協議会発足 (NEC、松下、富士通、日立、三菱、東芝、沖、NTT の 8 社)
1986.3 ITRON 学術発表会、日立、富士通、三菱、東芝、沖の ITRON 仕様 OS を発表、主な MPU 用 ITRON が揃う
1986 アンリツが ITRON 仕様 OS 「ARMS」を自社開発、自社製品に組み込み出荷
1987.5 富士通がインテル 286MPU 用 OS 「REALOS286」を発売
1987.5 ITRON1 仕様を限定配布
1987.12 ITRON 技術委員会設置
1989.12 μ ITRON と ITRON2 の仕様公開
1989 武蔵工業大学で ITRON 実習始まる
1990.11 明電舎が ITRON 搭載 FA コンピュータを発表
1990.12 TRONSHOW で坂村健のフリーな ITRON 仕様 OS 「ItIs」発表
1991.4 TRON 協会、ITRON 登録製品の公募始まる

* 1995.4 までは、各社が自社製品に ITRON を組み込んで販売している事を公

表していない。ただし、各社 MPU 用 ITRON だけは TRON 協会に登録されている。そのため、ITRON が付加されて販売されている MPU を使った製品を販売しているメーカーは、MPU を公表するが OS は公表しないという事や核となる部分で ITRON を採用しているにも関わらず、自社独自 OS として販売する事があった。

1992.3 ITRON-N（通信強化）、ITRON-MP（マルチプロセッサ対応）を発表

1992.5 ITRON ファイルシステム仕様公開

1992.12 ITRON-N、ITRON-MP の仕様完成

1993.7 μ ITRON3.0 仕様公開

1993.10 坂村健、「ItIs」を頒布

1995.3 カシオが ITRON 採用のデジタルカメラ「QV-10」発売

1995.4 マイクロコンピュータショウで TRON の使用が明示化

1997 坂村健の教え子の高田広章、豊橋技術科学大学に ITRON 研究の拠点を築く

1999.2 NTT DoCoMo が i-mode サービス開始→TRON 採用携帯電話の大幅増

2001.1 NTT DoCoMo が i-mode に、JAVA 機能を盛り込んだ i アプリ開始

・ CTRON の年表

1984 NTT、通信プログラム統一の検討を始める

1985 春 NTT、第1回ソフトウェア検討会

1986 CTRON の研究開始

1987.8 CTRON 技術委員会設置

1987 CTRON インターフェース仕様書発行

1988 CTRON 検定制度開始

1988 オーム社「原典 CTRON 大系」発売

1988.11 NTT、高速パケット多重化装置の調達公示

1989.8 NTT が交換機用 OS として、CTRON を採用

1989.12 CTRON 機能検定開始

1990 CTRON に“米国の外圧”がかかるも NTT は屈せず

1990.6 CTRON ポータビリティ評価実験開始

1990.9 米国企業が初めて CTRON 製品に参入

1991.4 富士通製「ROSEC」が CTRON 検定を合格

1991.12 NTT、ATM 用 OS 「IROS」公開

1992.8 CTRON が ISDN 標準規格となる
1992.10 NTT、B-ISDN 用 OS「IROS」完成
1993 「原典 CTRON 大系」改定
1993.10 CTRON のリアルタイム性評価研究
1994.10 CTRON 第 2 版公開