

## 第9章

# 技術選択、貿易構造の変化とハンガリーの事例

吉野久生

### はじめに

情報技術（Information Technology: IT）産業はその成長率が大きいばかりではなく、生産、需要の規模においても、巨大な産業となっている。1980年代に隆盛を極めた日本のIT産業は、その後の韓国企業の規模の経済を牽引力とする集中豪雨的な投資、米国企業の特にCPUにおける技術進歩の一方で、急速に世界市場でのシェアを縮小することとなった。しかしながら、IT技術の急速な進歩は、製品の性能に関してさらに飛躍的に高度な機能を要請するようになり、このことによって、システムLSIへの需要が著しく高まるようになった。システムLSIの生産は注文に応じて行われるため、近年従来のIC循環ははっきりしなくなったと言われている。日本企業はデジタル家電向けを中心とするシステムLSIの生産によって、2003年から急速にその業績を回復するようになった。

システムLSIの生産については、規模の経済性が存在せず、労働に体化するような性質の技術が必要となり、これを生産しているのは、日米欧の企業である。売買可能な技術を中心とする発展径路をとるか、労働に体化するような性質の技術を中心とする発展径路をとるかは、歴史的背景によって決定されているものと考えられる。米国企業は、大量生産可能な汎用製品を中心に、日欧企業はシステムLSIを中心に生産を行っている。現在二つの技術は競合関係にあ

って、その優位性は周期的に交代しているように思えるが、今後の技術の動向を理解、予測することは、経済発展の把握分析にとって必須であるものと考えられる。

次節においては、このようなIT産業と技術の動向、および、それを分析、把握するための、技術選択の考え方について説明する。また、第2節では、技術動向把握のため、ICの生産過程についても説明し、今後どのような種類の技術革新が行われ、どの程度経済への影響を持つかという点の検討を行う。第3節では、ハンガリーの事例を取り上げ、その貿易構造、マクロ経済、技術動向などについて説明し、第4節においては、このハンガリーで技術進歩が促進された場合どのような効果がもたらされるかを、計量モデルを用いて検討する。

### 1. 半導体技術と経済

貿易論においては、1980年代に到るまでヘクシャー・オリン・バネックモデルが広く用いられていた。それは概ね次のような考え方に基づくものである。

生産要素については、資本と労働の二種類が存在するものとし、2つの国において、生産要素の賦存比率が異なるものとする。同時に生産要素賦存量は固定される。生産される財は農産品と工業製品など二種類と仮定される。財の生産は、完全競争の下で行われ、規模について収

穫一定の生産関数の下で行われるものとする。また二種類の財について2つの国は全く同じ技術を用いて生産を行っているものとされている。なおここでは、生産要素の価格比が変化しても、一方の財と比べて労働集約的であった財が資本集約的財となることはないという前提が置かれている。相対価格が決まると所得水準と無関係に消費支出の割合が決定されるというホモセティックな共通の社会厚生関数が2つの国において想定されており、2つの財の所得弾力性は1である。生産要素は国内においては移動が自由で費用もかからないものの、国境を越えることはできない。2つの財は自由貿易の下で費用なしで取り引きされ、貿易収支は均衡、国際間の貸借もないものとされる。

このような想定から導かれる結論を以下の4つの定理にまとめることができる。

(1) ストルパー・サムエルソンの定理

生産要素賦存量一定の仮定の下、労働集約財の相対価格が上昇すると、賃金はそれ以上に上昇し、資本サービス価格は下落する。

(2) リプチンスキーの定理

財の価格が一定で、労働の賦存量が増加した場合、労働集約財の生産はそれ以上に増加し、資本集約財の生産は減少する。

(3) 要素価格均等化定理

2つの国が2つの財を生産しているとき、両国で生産要素価格は均等化する。

(4) ヘクシャー・オリンの定理

相対的に労働が豊富な国は労働集約財を輸出し、資本が豊富な国は資本集約財を輸出する。

このような構造を持つモデルが、1990年代以降のIT産業の急成長に伴う貿易構造の変化をどの程度説明しうるかと考えた場合、その説明力の不足を感じざるをえない。

1989年当時、日本の半導体生産は世界の53%を占め、その頂点に達していた。その後、バブル景気の崩壊とともにシェアは急速な低下を示

しはじめ、この傾向は10年以上も持続した。米国のインテル、AMD<sup>(注1)</sup>などの企業がMPU(中央演算処理装置)の生産をほぼ独占し、半導体生産の大きな部分を握るようになった。また、米国の企業では、発明発見や製品の設計に企業を持つ資源を集中し、設備投資に伴うリスクを回避する姿勢が顕著となってきた。製品の生産過程を、発明発見や製品の設計に関わる、いわゆるファブレスという部分と、実際の製造に関わるファウンダリーという部分に分け、後者についてはこれを外国企業に委託するという傾向が定着してきた。台湾では、TSMC<sup>(注2)</sup>やUMC<sup>(注3)</sup>など半導体生産に関わる企業が登場したが、その背景には政府の半導体産業についての政策の影響を見出すことができる。政府系企業が半導体製造についての研究、開発を担い、民間の半導体企業は経営資源のほとんどを製造部門に集中することができた。台湾の半導体企業は日米からの技術導入と政府の支援により躍進を遂げることができたと考えられる。また、台湾の半導体企業は、米国企業からの委託生産、つまりファウンダリーに特化するようになり、米国のビジネス・モデルに組み込まれる形で成長を遂げることとなった。一方、DRAMでは、日本企業のシェアは80年後半には世界の90%を占め首位の座にあった。しかし、サムスンをはじめとする韓国企業が集中豪雨的投資を繰り返してそのシェアを伸ばし、2004年には、日本企業のシェアは10%弱と大幅な低下を示した。このため、日本企業はデジタル家電向けのシステムLSIに活路を見出している。韓国企業の特徴は、DRAMや液晶ディスプレイなど規模の経済を活用できる部門において大規模な投資を繰り返す点にある。このことによって韓国企業は、短期間のうちにDRAM市場を席巻することができたが、技術力については台湾と比べても大きな格差が存在する<sup>(注4)</sup>。

池田信夫 [20] の『情報技術と組織のアーキ

テクチャー』によれば、一般に、技術が成熟して設計、製造における情報のフィード・バックの必要性が小さくなった場合には水平分業が有利となり、部品の外注も可能となるが、設計と製造の情報が活発な成長期の技術においては、水平分業の優位性は観察されないという。かつて、日本の半導体企業の強みは企業内の知識、情報の共有にあると言われた。設計段階と製造過程の間の密接な情報交換によって製造過程における問題が迅速に設計段階に報告され、製品の高品質化につながった。このような技術の構造は、自動車など部品数の多い複雑な製造工程を持つ産業に見られるものである。しかし、1990年代以降、半導体技術においては設計をモジュール化された言語を用いて行い、ファブレスとファウンダリーの役割分担が可能となってきた。製造段階の問題が設計段階で制御可能となって、製造期間の短縮化と費用の削減が現実化している。三次元 CAD などの部門においてもこのような現象が観察されている。

1990年代、IT部門において一貫してシェアを下げ続けた日本企業も2003年には急激な回復を見せ始めた。2004年の段階で、米国の半導体生産シェア40%に次いで28%を占め、第二位の位置にある。たとえば、かつて携帯電話には通話機能しかなかったが、今やその他にテレビ放送の受信、写真撮影、テレビ電話など多くの機能を持つようになった。また、デジタル・カメラ、DVDレコーダーなどのデジタル家電の生産が急激に増加している。このような機能向上の要請について上記のモジュール生産では対応することができなかった。このような製品を生産するためには、個別の製品毎にLSIを設計して組み合わせるというシステムLSIの技術が必要である。システムLSIの生産については、設計と製造過程の間の密接な情報の交換と相互の調整が不可欠であり、労働に体化するような性質の技術が観察される。日本の松下電器、日立、

仏・伊のSTマイクロエレクトロニクス、米国のテキサス・インスツルメンツなど、日、欧、米の企業が生産を行っている。それまでは、半導体の需要を見込んで大規模な投資を行った上で生産するというやり方であったため、需要と供給が一致しづらく、半導体の生産には概ね4年の周期が存在した。しかし、システムLSIの生産は注文生産であるため、周期ははっきりしなくなってきたと言われている。

このように、半導体部門においては2003年から大きな変化が見られるようになった。これは上記のように、デジタル家電などに要請される機能が高度化したためであると考えられる。2003年、2004年と日本のIT関連企業は、順調に生産を伸ばして利潤を増加させたが、2005年については競争の激化により利潤は低下してきている。同時に、労働に体化するような技術が必要とする、システムLSIに取って代わるような技術、ASSP(応用用途別標準製品)の開発も活発となっている。売買可能な技術と労働に体化した技術が交互に優勢となるというような状況が現出していると言えよう。ASSP発展の背景には、一年半でメモリーの容量が二倍になるという「ムーアの法則」の働きがあるものと考えられ、このような、周期的な動きが今後七年間持続する可能性は高いものと予想される<sup>(注5)(注6)</sup>。

ASSPなど、発明発見に基づく技術を開発しているのは主として米国企業であり、システムLSIを得意とするのは、日・欧の企業である。米国の企業の技術が売買可能なものを中心とし、日・欧の技術が労働に体化するようなものを中心とするというものであるという点は、IT産業が発展を始めるはるか以前から、一貫して指摘されてきた事柄である。生産関数群の包絡線から、資本と労働の価格比によって技術が選択されるというよりも、各国が歴史的に固有の技術を保有していると考えた方が適切であると思わ

れる。

ヘクシャー・オリン命題によれば、各国は同じ技術を持ち、資本豊富な国は資本集約的財を輸出し、労働豊富な国は労働集約的財を輸出するということになるが、これは現在の技術革新の特に著しい時代の経済情勢と貿易を説明し得ていない。すでに、レオンティエフは1960年代の米国について、資本豊富国であるはずの米国がむしろ労働集約財を輸出し、資本集約財を輸入しているとの指摘を行っている。リーマー[1980]は計算方法の変更によってこれに反論したが、決定的反論となり得てはいないようである。Trefler[1995]は、要素賦存の状態から予測される要素用役の貿易と現実の貿易を比較して、ヘクシャー・オリン命題の検証を行っている。次に、消費における自国偏向、国ごとの技術の相違などにより、ヘクシャー・オリン命題で説明できないところを説明する。まず、33か国、9種類の生産要素について、輸出可能な生産要素の量と実際の輸出量とを比較し、輸出可能量が大きい場合でも実際の輸出量がきわめて小さい場合が多いという点を指摘し、これを「消えた貿易」と呼んでいる<sup>(注7)</sup>。輸出に含まれる生産要素と要素賦存から自国消費を引いたものの相関係数は0.28に過ぎない。また、国ごと生産要素ごとに輸出可能量から輸出量を引いた輸出余力を計測し、貧困国ほど輸出余力の大きい生産要素の数が多いということを見出している<sup>(注8)</sup>。貧困国ほど輸出が消極的である。これを「要素賦存パラドックス」と呼んでいる。

「消えた貿易」は、消費者が自国製品について偏向を見せるような場合があるということから説明されている。たとえば、外国製品について高い関税が設定されているようなとき、自国製品の消費が増加して実際の輸出可能量は大変小さくなるという説明である。「要素賦存パラドックス」については、富裕国の支出に占める投資の割合が貧困国に比べて大きいため、これ

を除いて計算し直すと貧困国との差が無くなるとされている。またこのような矛盾をもたらすヘクシャー・オリン命題に代替する説明として、技術の相違があげられている。富裕国の技術は中立的、貧困国は非中立的と仮定され、同じ農業においても、フランス、ドイツは同じ資本労働比率、バングラデシュは異なる資本労働比率を持つものとして説明される。このように、ヘクシャー・オリン命題に問題があるとして、指摘を行った論文には、Maskus[1985]、Brecher etc.[1988]、Bowen[1987]などがある。しかしながら、代替仮説を示したものは、Armington[1969]が自国消費偏向の概念を用いて説明したケースとTrefler[1995]だけである。

実際、前述のように、各国が歴史的に固有の資本と労働の組み合わせを持っているという考えには説得力があるものと思われる。資本労働比率を国ごとにそれぞれ固定であるとし、技術進歩の方向も国ごとにそれぞれ固定であると考えて、ヘクシャー・オリンよりもむしろリカードモデルの方が望ましいものとする。このような背景により、後述のハンガリーの計量モデルでは、潜在生産関数の推定において労働を省いている。日独の場合は常に資本よりも労働を多く投入、米国の場合には、それよりも資本を多く投入する。日米から技術を導入し常に規模の経済を追及している韓国の場合は最も資本の比率が大きい。台湾の場合はこれよりも資本の比率は小さい。なお、西欧については、一般的に技術が労働に体化しやすく、この傾向は西欧全体に見られるようであるが、東欧については国ごとに事情が異なるようである。チェコなどでは戦前から機械工業、精密工業の発展が見られ、ドイツの資本と労働の組み合わせに近いように思われるが、ハンガリーなどでは事情を異とする。ハンガリーは人口一千万人の小国でありながら伝統的に物理学など基礎科学分野に数多くの学者を輩出している。現在、IBM、ノキア、シー

メンス、インテルなど IT 部門の外国企業が研究所を設立し、東欧における IT 研究の拠点となっている。特に、IBM の研究所は研究者数が 1000 人と大規模であり、日本の三菱中央研究所の規模に匹敵するものである。近年ハンガリーの IT 部門の輸出は急激な伸びを見せているが、このような現地での研究活動と IT 産業との連動が推察される。実際、隣国のポーランドにおいては、このような動きは見られず、製造業の各部門は一様の動きを示しながら、全体として堅調な成長を維持している。また、優秀なソフトウェアを供給すると言われているルーマニアにおいても IT 産業の勃興は見られていない。

IT 産業を牽引力とする経済成長を考える際には、技術動向の把握が極めて重要となる。前述のように、ムーアの法則にしたがって、メモリーの容量は一年半で二倍になる。製品の機能に対する要請はそれ以上に高度化し、システム LSI のように、労働に体化するような性質の技術が優勢となって、このような技術を得意とする国の生産と輸出が増加する。しかし、メモリーの増加を背景として、これを汎用の技術に置き換えようとする動きが出てくるというような構造である。技術の動向を予測し、その経済への影響を捉えるため、次章においては、IT の技術面の説明を行う。

## 2. IT 技術

半導体を製造するためには、巨額の投資が必要である。シリコンの単結晶からできるだけ大きなウェハーを切り出して、分割しそれに配線するのであるが、最新の 300mm ウェハーを前提とした工場建設のためには 2000 億円以上の資金が必要となる。なお、半導体技術については、泉谷渉 [16] の『最新、これが半導体の全貌だ』と泉谷渉 [17] の『これがディスプレイの全貌だ』による。

電子機器の設計が完成すると、半導体の設計工程へと進む。この工程は、機能設計、論理回路設計、レイアウト設計から構成される。これらの設計が終わった後、電子機器の回路を写真技術によってガラス基板に転写する。次にシリコン・ウェハーが使用されることになるが、シリコン・ウェハーを作るためには、まず炭素と珪石とを電気炉で還元して金属のシリコン塊とする。これを破碎して硫酸で溶解、高純度の多結晶としたうえで、るつぼの中に種結晶をピアノ線で吊り下げて回転させながらシリコンを吸着させ、単結晶シリコンを得る。棒状の単結晶シリコン・インゴットをスライスして、できたウェハーを研磨してシリコン・ウェハーの完成である。

ウェハーの加工は、トランジスタ工程、ゲート電極工程、配線工程に分かれる。トランジスタ工程では、ウェハー基板の上にシリコン酸化膜とシリコン窒化膜を形成し、シリコン酸化膜の上に感光剤を塗布した後、リソグラフィー装置により、ガラス基板のマスク・パターンを転写する。不要な部分はエッチング技術で消去し、次の酸化膜を上から形成する。絶縁のため不純物を注入してこの工程を終わる。ゲート電極工程では、ウェハー基板の上にシリコン酸化膜と多結晶シリコン膜を連続形成して、感光剤を塗布、リソグラフィー装置によってマスク・パターンを転写し、不要部分を消去、仕上げ工程を経てこの工程が終わり、トランジスタが出来上がる。配線工程は出来上がったトランジスタ同士を配線によってつなぐものである。トランジスタの上に厚い絶縁膜を形成してここに穴を作り、配線用のタングステンを埋め込む。次にアルミ膜を全面に塗布、リソグラフィー装置によって、マスク・パターンを転写、不要部分をエッチングで消去して配線部分が出来上がる。その上に層間絶縁膜を形成し、絶縁膜に穴を作って、再び配線用のタングステンを埋め込んで、

あとは、この過程の繰り返しである。

このような方法により、ガラス基板のマスク・パターンがウェハに転写される。これで、ウェハ工程、つまり前工程が終了する。回路が転写されたウェハはタイシング工程でいくつかに分けられ、リードフレームが装着される、各チップは基板に取り付けられるが、これがマウンティングである。その後、金線で電極間を配線するボンディング工程を経て、パッケージ封入するモールドング工程、検査工程をもってこの、後工程が終了する。

半導体チップの単価を下げるためには、できるだけウェハの直径を大きくして一度に取れるチップの数を増やした方が得策である。最近まで 200mm ウェハが主流であったが、現在では既に 300mm へと移行するようになった。300mm ウェハからは 200mm ウェハに比べ 2 倍のチップ数が確保できる。このようなところにこの産業の規模の経済性が存在している。

DRAM の記憶容量は一年半ごとに二倍になってきたが、それは DRAM の寸法幅(デザインルール)を小さくすることで達成されてきた。回路を縮小して集積度を上げることにより、このようなことが可能となってきており、現在ではデザインルールは、90 ナノメートル以下にまで達している<sup>(注9)</sup>。

MPU(マイクロ・プロセッシング・ユニット)のゲート長も DRAM 同様年々小さくなっており、現在約 37 ナノメートルである。

ゴードン・ムーア、インテル名誉会長が 65 年に発表した最初の予測では、記憶容量は 1 年に 2 倍になるというものであったが、75 年にこれを修正、その後は最近までほぼ一定のペースであった。しかしながら、現在ではこのペースは次第に落ちてきており、2010 年代のいつかには技術進歩はきわめて緩慢になるだろうという指摘も見られる。この指摘の背景にはいくつかの論点が存在する。まず、写真製版という意味

を持つリソグラフィ技術についてであるが、これは、半導体回路の設計図をシリコンウェハの上に焼き付けるものである。現在使用されている技術は、主に光リソグラフィであり、設計回路を 1/4 に縮小しながらウェハ上のチップに焼き付けている。半導体の製造過程をより微細化するためには、より精密な解像度が要求されることになるが、そのためには露光時の光の波長をできるかぎり短くしてやる必要がある。これまでは、フッ化クリプトン・エキシマレーザーを光源に持つ露光装置が使われてきたものの、90 ナノメートル以下については対応できないとされており、さらに波長を縮めるため、水を利用して屈折率を大きくしようという、液浸リソグラフィ技術が脚光を浴びている。これによってある程度行き詰まりは打開されたものの、それ以降の技術は未だ具体化していない。

トランジスタのゲート絶縁膜にも大きな課題がある。トランジスタのゲート絶縁膜の厚さが不十分であれば、ゲートに漏電が発生し消費電力が大きくなるが、現在のトランジスタでは、ゲート絶縁膜の厚さはすでに分子数個分にまで到達している。現在の技術の改良によっては、問題の解決は難しく、根本的な技術革新が必要である。この問題の解決策としては、ゲート絶縁膜に使う高誘電率材料(High-k)の開発が有望視されており、従来の材質 SiO<sub>2</sub> と比べ、漏電は百分の一になると言われている。しかし、デザインルール 90 ナノメートルの段階で採用されると言われていた、この高誘電率材は未だに現実化されていないようである。このほかにも、トライゲート・トランジスタという三次元構造のトランジスタの開発や完全空乏型 SOI の開発なども話題となっているが、これらの技術の開発にはかなり時間がかかるものと思われる。

パソコンの心臓部分である、マイクロプロセッサについては、1971 年、当時まだ小企業であったインテルによって発明されて以来ほぼ米

国企業の独占下にある。マイクロプロセッサは、CISC型とRISC型に分かれ、CISC型は一般の事務処理用、RISC型は機器組み込み用である。1980頃にIBMがパソコンを発売したのと同時にインテルは8086を発表、16ビット時代になると、インテルの86系がモトローラの68000系と競合したが、結局モトローラは市場から退出することとなった。現在使用されているパソコンは32ビットであるが、市場の7割をインテルが占め、AMDが2割、残りをリースケール他数社が供給している。

MCU(マイクロコントロールユニット)とは、CPUの一部の機能、プログラム、データなどを1チップに収納したもので、電化製品、工業製品などの主力部品として組み込まれている。世界全体の市場規模は2兆円弱であり、半導体全体の市場規模25兆円と比べてもかなりの規模であるが、日本企業はこの市場において6割程度のシェアを占めている。また、ゲーム機器については、日本企業のシェアは大きく、同時にCPUの生産も行われている。プレイステーション2のイモーション・エンジンは東芝とソニーによって開発され、プレイステーション3のセル・エンジンの開発では、IBMもこれに参加した。セル・エンジンは従来のCPUと異なり、8個のコアを持つ大規模計算に適したものである。現在ゲーム機のほか、中型計算機での利用が始まっている。

パソコンの市場に比べ、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイなど薄型ディスプレイの生産が急激に伸びつつある。半導体産業は50年間以上にわたって、年率14%の成長を維持してきたが、薄型ディスプレイ市場は25年間にわたって、17%の成長を持続している。2015年には、現在の半導体の市場規模25兆円に到達するであろうとの予想もあり、各国企業が競って投資を増加させることとなった。液晶ディスプレイは、薄型ディスプレイ市場規模6兆円の内8

割を占めるものであり、駆動方法から分類すると、アクティブマトリクス方式とパッシブマトリクスに分かれる。前者には、薄膜トランジスタ(TFT)と薄膜ダイオードがあるが、液晶ディスプレイの大部分はTFT方式によって占められている。液晶ディスプレイは、パソコン、携帯電話、テレビなどに用いられており、ブラウン管と比べて消費電力が低いことが特徴であるものの、輝度と動画の描写に課題がある。一方、プラズマディスプレイは、ガラス管の中に水銀ガスを封入、電圧をかけてプラズマ放電を起こし、発生した紫外線が蛍光物質に衝突して発光するという仕組みを持つものである。ブラウン管と比べて、動画の描写に遜色がないこと、視野角が大きいことなどが特徴であるが、輝度、発光効率などにおいては、ブラウン管に一步を譲る。消費電力もかなり大きかったが、最近の技術進歩により大きな改善が見られた。特に、37型以上の薄型テレビにおいては90%のシェアを持つ。次に、東芝、キャノンが生産を予定しているSED(表面電界ディスプレイ)は微小な電子銃を多数並べ、ここから電子ビームを発射して画像を得るというもので、原理はブラウン管テレビと同じである。ブラウン管よりも消費電力が少なく、画質も優れており、生産が実現すれば、数年の内に市場を独占するであろうという予測もある。薄型ディスプレイは規模の経済が働く分野であり、積極的投資によって市場を独占することが可能である。韓国企業は大規模な投資によって液晶ディスプレイ市場で大きなシェアを握るようになった。最近では、台湾企業が液晶ディスプレイにおいて攻勢を強めている。投資攻勢によって市場を確保されるようになるか、または、新技術によって市場が把握されるのか、2015年までには決着がつくものと予想されている。

IT産業は成長率が大きいばかりでなく、すでに巨大な市場となっており、この産業の動向は

マクロ経済に大きなインパクトを持つものと考えられる。この意味でもこれまで述べたようなIT産業の動向、特に技術動向を予測して、それがマクロ経済にどのような影響を与えるかを把握することは重要である。技術動向については、労働に体化するような性質の技術と売買可能な性質の技術の、周期的な優位性の交代などが特に興味深いものと思われる。

重要な点は、まず、MPU、DRAMの微細化プロセスがどこまで進行し、ムーアの法則がいつまで存続するかということが各国経済に大きな影響を与えるであろうこと、そして、特にDRAM、液晶においては規模の経済が利用できること、である。また、ディスプレイ装置において新技術登場の可能性があること、MPU関連のハードウェアについては高い技術水準が必要となることが指摘できる。同時に、労働に体化するような性質の技術と売買可能な性質の技術が競合関係にあり、周期的な優位性の交代が見られること、などが注目される。

これらの技術動向を予測し、各国経済、貿易にどのような影響を与えるかを分析する必要がある。次節では、近年IT部門の輸出が大きく伸びているハンガリーの事例を取り上げ、技術動向がどのように経済に影響を与えているか、この点をマクロ計量モデルを用いて把握する。

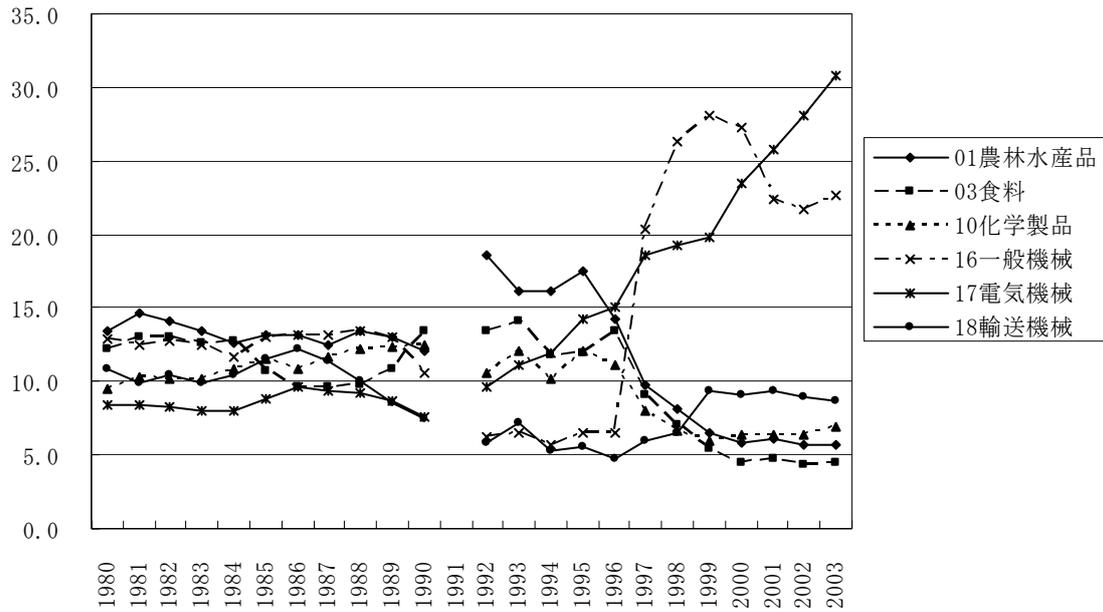
### 3. ハンガリーの事例

1990年、東欧の改革開始とともに、すでに80年代から自由化が進行していたハンガリーにおいては、資本主義化、市場経済化の動きが加速することとなった。隣国ポーランドにおいては、国営企業民営化、金融部門などの制度改革、コメコンからの離脱等の一連の措置に伴い、改革開始直後の90、91年にはGDP成長率がマイナス12%、同7%を記録するなど大変な混乱が発生した。ハンガリーの場合にもポーランド同様、

90年にはGDP成長率がマイナス3.5%、91年にはマイナス12%となるなど大きな落ちこみがあった<sup>(注10)</sup>。しかしながら、ポーランドと異なり、自由化の開始時期が早かったため、国営企業民営化、金融制度改革などの措置は比較的早期のうちに完了することとなった。93年のマイナス0.8%までマイナス成長を続けた後、94年には3.2%とプラスに転じ、以後5%内外の堅調な成長率を維持している。旧体制下にあつては、エネルギー、原材料を輸入して、製品、半製品を輸出するという貿易構造であり、コメコン諸国に対しては常に黒字、西側諸国に対しては常に赤字という傾向が定着していた。国内で産出する鉄鉱石、ボーキサイトおよび石炭を利用する、金属工業、および機械工業が盛んであった。図1からも分かるように、一般機械は80年代を通じて13%内外の輸出シェアを占めている。92年にはこのシェアが6%程度にまで急落した後97年から急上昇するようになり、2003年には22.6%に到っている。同時に、80年代には10%弱で安定的に推移していた電気機械は93年以来ほぼ一本調子で伸び続け2003年には30.9%となった。これらはコンピューターに関連する産業と考えることができるが、かなりの急伸である。ハンガリーにIC関連の産業が登場しこれが輸出を牽引しているという事情を示唆するものである。また、伝統的農業国であるハンガリーにおいて、農林水産品の輸出は80年代に15%弱、食料の輸出は同じく80年代に前者をやや下回る水準で概ね安定的に推移していた。90年代初期の調整期には、両者ともそのシェアを伸ばして、輸出の牽引力となったが、90年代後半からは両者ともに急速にそのシェアを下げるようになり、2003年には両者とも5%程度の水準に止まった。

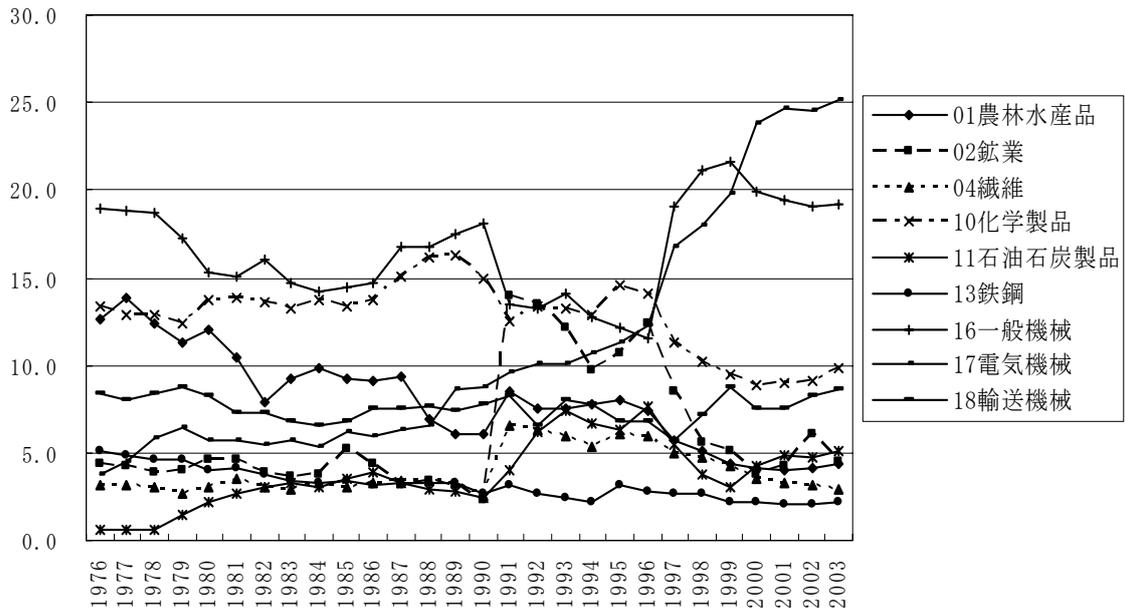
輸入を見ても(図2)、80年代6%程度で安定的に推移していた電気機械が89年以来急速な伸びを見せ始め、2003年には25.2%にまで達し

図1 ハンガリー主要輸出品目構成比 (単位：%)



(出所) (注11) を参照。

図2 ハンガリー主要輸入品目構成比 (単位：%)



(出所) (注11) を参照。

た。一般機械の輸入シェアも80年代には概ね15%から20%の間にあったが、96年まで減少傾向を示した後、97年に急伸し、2003年には19.2%となった。

ハンガリーの近年における、貿易構造の最も顕著な変化は、電気機械部門輸出シェアの急増

である(図1)。電気機械部門の輸出シェアは1999年から一本調子で伸び続け、現在では一般機械とあわせ、輸出全体の半分を超えている。この間GDP成長率も5%内外の堅調な伸び率を保って、電気機械部門、一般機械部門の輸出が経済を牽引しているという感がある。前述のよ

うに、IBM、ノキア、シーメンス、インテルなど IT 部門の外国企業が大規模な研究所を設立して行ってきた研究活動の成果が地元の企業活動と連動し始めたものと推察される。

ジェトロ・ブダペスト事務所 [15] の『ハンガリーの R&D の動向』によれば、ハンガリーでは、伝統的に、基礎科学分野において数多くの学者を生み出しており、研究は世界的水準にある。数学研究所、ローランド大学は組み合せ論の世界的拠点であり、ランダム・グラフ理論を始めとする、数学上の基礎的成果が見られる。ハンガリー科学アカデミーの固定物理学研究所により、レントゲン・ホログラフィーの発見が行われたこと、ハンガリー人研究者によってボーズ凝縮と量子無秩序の連動が発見され、個人の集団行動、細胞内の分子輸送理解への道が開かれたことなど、物理学上の発見も数多い。このような土壌にあって、情報技術分野においても、発明発見、ベンチャービジネスの起業、外国 IT 企業 R&D センターの進出などが頻繁である。いくつかの例を挙げると、情報技術分野では、PC 上で稼動する建築設計用 3 次元オート CAD を生産している、Graphisoft R&D Rt.、バイオメトリクスに基づく指紋認証システムを利用して記憶チップの上に人の指紋情報を蓄積するという仕組みを開発した Dermo Trade Rt.、アナログセルラーコンピューターの Wave コンピューティング・アルゴリズムの研究から ACE4 という高性能ビジュアルマイクロプロセッサを完成させた、科学アカデミーコンピュータおよびオートメーション研究所などがある。また、通信分野では、IP ネットワーク分析、自動音声認識、テレコミュニケーションにおける信号および音声処理、言語音響学、デジタル音声処理、音声認識などを得意分野とし、NTT からも研究を受託している、ブダペスト工科大学電気工学情報学部テレコミュニケーションテレマックス学科、トラフィックおよびパフォーマンス分析、

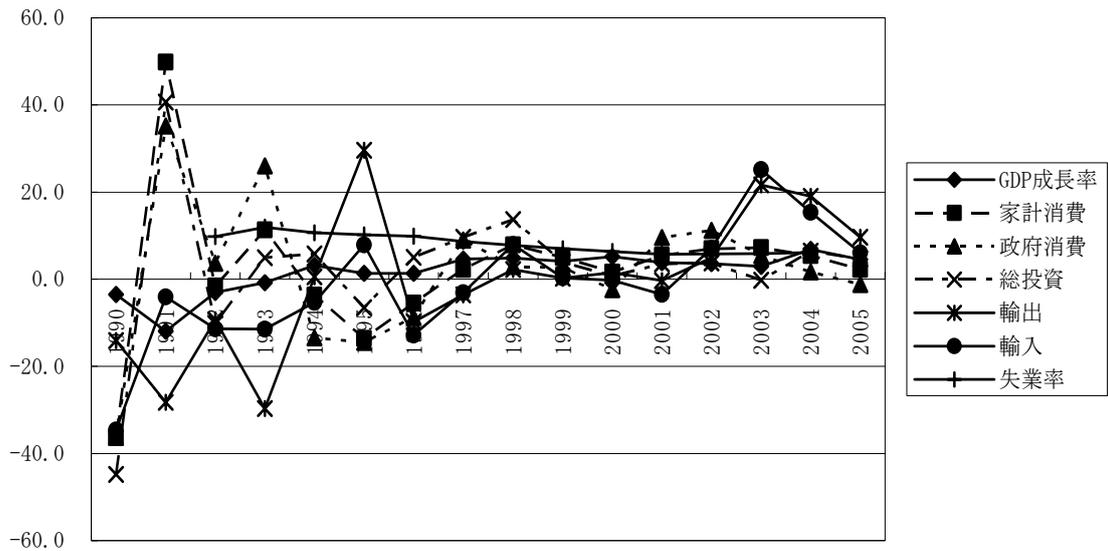
モバイルシステムのネットワーク設計と最適化、コミュニケーションシステム分野の応用研究などを専門領域とする Ericson Hungary、新型の携帯電話の切り替え機能ソフトウェアの開発、ネットワーク設計ツール、モバイルインターネットサービス等のテレコム関連ソフト開発などを行っている、Nokia Hungary、そして、見通しのよい二点間でレーザービームを利用して情報通信を行うというユニークなシステムを開発したベンチャー企業の Laserbit Communications kft.などが挙げられる。

本来発明発見の土壌に恵まれていたハンガリーへの直接投資は、1997 年まで概ね 30 億ドル内外の額であった。人口規模が一千万人と小さいため、これが限度かという声も聞かれたが、2004 年には 42 億ドルと急増した。この直接投資流入の後押しを受けて、IT 部門での技術革新が起こり、この動きと連動して、輸出が急増しているものと考えられる。このような事情を考慮した、計量モデルを作成しシミュレーションを行ったが、次節ではその説明を行う。

#### 4. ハンガリーの計量モデルとシミュレーション

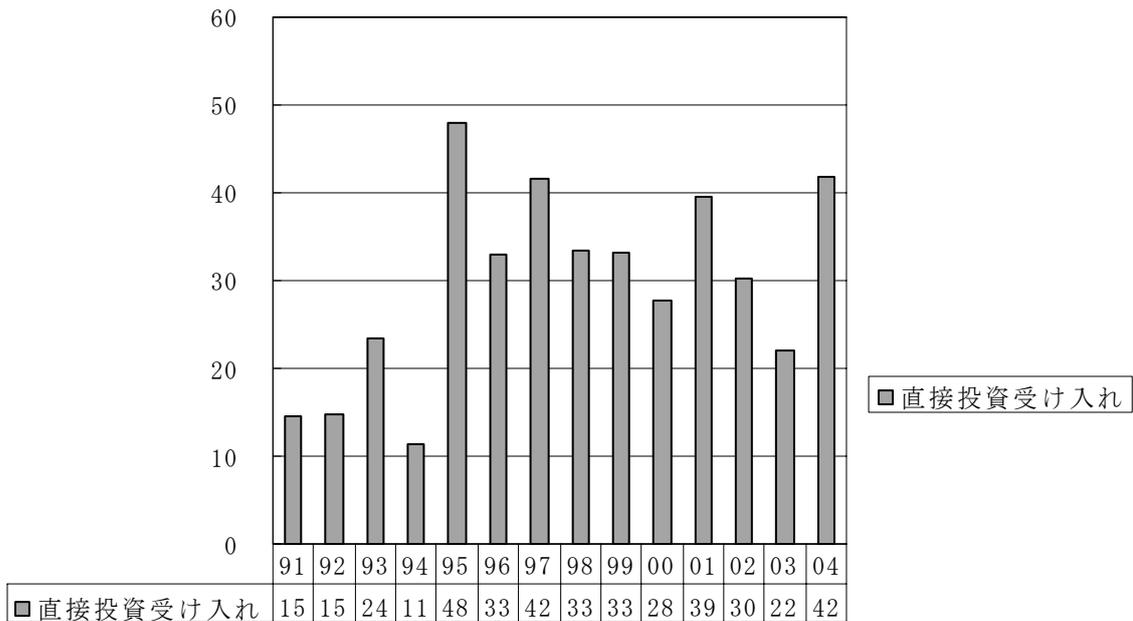
1990 年にはマイナス 3.5%、91 年にはマイナス 11.9%と大幅な GDP の落ち込みを経験したハンガリー経済も 94 年にはプラス成長へと転じ、以後 5%前後の堅調な成長率を維持している(図 3 参照)。消費の動きも 96 年までは減少傾向にあったものの、97 年以降 5%前後の成長率であり、投資も 96 年以降は落ち着いた動きを見せるようになった。輸出入の動きも 2002 年までは他のマクロ変数と類似した動きを見せていたが、2003、4 年と連続して二桁台の伸びを見せている。直接投資は、95 年の 48 億ドルまで増加傾向、以降減少傾向にあったが、2004 年には、

図3 ハンガリーマクロ変数伸び率



(出所) IFS のデータに基づき著者作成。

図4 ハンガリー直接投資受け入れ (単位: 億ドル)



(出所) IFS のデータに基づき著者作成。

42 億ドルと急増した(図4参照)。当国の輸出入においては、97年以降、電気機械、一般機械のシェアが急増し、成長の牽引力となった。

当国はもともと、発明発見の土壌に恵まれたところであり、近年IT分野の勃興がめざましい。外国企業の研究所の設立やベンチャービジネス

の起業が相次ぎ、研究部門と地元企業活動の連動も始まっているようである。前述した技術選択の分類からすると、明らかに、労働に体化するような性質の技術ではなく、歴史的に、売買可能な性質の技術が選択されている。このような状況を考慮して、リカードモデルを採用する

表1 変数名リスト

PC	民間消費	E17	電気機械輸出	D93	1993年ダミー変数
GDP	国内総生産	EDFLTR	輸出価格指数	D94	1994年ダミー変数
GFCF	総固定資本形成	E0THR	その他輸出	D95	1995年ダミー変数
K	資本ストック	PGDP	GDPデフレーター	D96	1996年ダミー変数
POTGDP	潜在国内総生産	GAP	需給ギャップ	D97	1997年ダミー変数
FDISTCK	直接投資ストック	M2	貨幣(M2)供給	D98	1998年ダミー変数
M	輸入	MDFLTR	輸入価格指数	D99	1999年ダミー変数
MDFLTRPGDP	輸入価格とGDPデフレーター之比	GC	政府消費	D00	2000年ダミー変数
EXR	為替レート	J	在庫投資	D01	2001年ダミー変数
ENMSMN	経常余剰	R	貸し出し利率	D02	2002年ダミー変数
RR	実質利率	D89	1989年ダミー変数	D03	2003年ダミー変数
E16	一般機械輸出	D90	1990年ダミー変数	D04	2004年ダミー変数
GDPUS	米国GDP	D91	1991年ダミー変数	D05	2005年ダミー変数
		D92	1992年ダミー変数		

(出所) 著者作成

こととし、資本、労働比率は一定で、潜在生産関数は労働を省いて説明することとした。また、技術進歩は、直接投資のストックに現れているものと考え、直接投資ストックも説明要因として加えた。各産業部門は技術進歩に応じた部門ごとの個別の事情によって動くものと想定している。データの制約により各部門の投資、資本ストックを得ることはできないので、電気機械部門の急成長は輸出によって表現することとした。輸出は電気機械、一般機械、その他に分かれる。電気機械の急激な伸びは、米国の需要要因、輸出価格そして、技術進歩を示唆する直接投資ストックによって説明される。価格(GDPデフレーター)は、需給ギャップ、貨幣供給M2、輸入価格により説明される。

#### 4.1 推定方程式および定義式

ハンガリーにおける計量モデルの推定方程式および定義式を以下に示す。推定値の下の( )の中の数字は符号なしの*t*値、DW値はダービン-ワトソン比、 $r^2$ は決定係数をそれぞれ表わす。また、推定方程式および定義式で使用され

た変数は表1において示されている。

##### 4.1.1 消費関数

(1) 標本期間 89年から2005年

(2) 推定方程式  $\text{LOG(PC)} =$

$$0.446141 + 0.9109\text{LOG}(\text{GDP}) - 0.4075 \cdot \text{D90}$$

$$(0.4245) \quad (8.210) \quad (7.575)$$

$$+ 0.2385 \cdot \text{D93} + 0.1726 \cdot \text{D94} - 0.0733 \cdot \text{D97}$$

$$(4.0249) \quad (2.996) \quad (1.33)$$

$$+ 0.1240 \cdot \text{D92}$$

$$(2.1157)$$

$$DW \text{ 値} = 1.5186, \quad r^2 = 0.9024$$

##### 4.1.2 投資関数

(1) 標本期間 90年から2005年

(2) 推定方程式  $\text{GFCF} =$

$$- 1557.68 + 0.2442\text{GDP} + 0.0259 \cdot \text{K}(-1)$$

$$(8.026) \quad (18.678) \quad (10.178)$$

$$+ 294.139 \cdot \text{D98} + 284.842 \cdot \text{D99}$$

$$(2.962) \quad (2.874)$$

$$DW \text{ 値} = 1.399, \quad r^2 = 0.9717$$

##### 4.1.3 潜在生産関数

(1) 標本期間 92年から2004年

(2) 推定方程式 POTGDP =  
 - 4693.66 + 0.29997\*K + 0.6407\*FDISTCK  
 (1.3534) (4.2861) (17.7305)  
 DW 値=2.3034、 $r^2=0.9811$

#### 4.1.4 輸入関数

(1) 標本期間 89年から2005年  
 (2) 推定方程式 M =  
 - 167.653 + 1.3544\*GDP  
 (0.16015) (13.6402)  
 - 8223.31\*MDFLTRPGDP + 7.039.62\*D89  
 (11.1559) (10.5129)  
 + 1827.59\*D91  
 (2.9391)  
 DW 値=1.9864、 $r^2=0.9713$

#### 4.1.5 為替レート決定式

(1) 標本期間 89年から2005年  
 (2) 推定方程式 EXR =  
 220.142 - 0.1110\*ENMSMN - 1.2017\*RR  
 (13.3263) (3.433) (6.787)  
 + 32.6592\*D90 - 75.8313\*D93 - 71.5729\*D94  
 (1.053) (2.8262) (2.6941)  
 + 76.001\*D01  
 (2.7978)  
 DW 値=2.277、 $r^2=0.9339$

#### 4.1.6 一般機械輸出関数

(1) 標本期間 92年から2004年  
 (2) 推定方程式 LOG(E16) =  
 - 20.0175 + 3.007\*LOG(GDPUS) - 0.4788\*D94  
 (4.9212) (6.7136) (1.484)  
 + 0.5483\*D98 + 0.4678\*D99  
 (1.7839) (1.4847)  
 DW 値=1.6913、 $r^2=0.8424$

#### 4.1.7 電気機械輸出関数

(1) 標本期間 91年から2004年  
 (2) 推定方程式 E17 =

- 1542.75 - 24.8115\*EDFLTR  
 (0.9113) (6.7233)  
 + 0.53917\*FDISTCK  
 (2.9126)  
 + 0.4019\*GDPUS - 755.056\*D91  
 (1.5526) (2.9198)  
 DW 値=2.7233、 $r^2=0.97835$

#### 4.1.8 その他輸出関数

(1) 標本期間 92年から2004年  
 (2) 推定方程式 EOTHR =  
 1991.68 - 56.3885\*EDFLTR + 0.838954\*GDPUS  
 (1.1928) (4.447) (3.1872)  
 + 3104.56\*D92 + 1692.36\*D95  
 (5.047) (2.9126)  
 + 867.959\*D01  
 (1.3244)  
 DW 値=2.1632、 $r^2=0.8901$

#### 4.1.9 GDPデフレーター決定式

(1) 標本期間 89年から2005年  
 (2) 推定方程式 PGDP =  
 - 79.9685 + 101.831\*GAP + 0.0071039\*M2  
 (1.044) (1.2983) (6.702)  
 + 0.4227\*MDFLTR - 14.3324\*D89  
 (4.5916) (2.3462)  
 - 14.0943\*D90 - 8.4267\*D01  
 (2.2015) (1.3012)  
 + 7.1479\*D97  
 (1.24528)  
 DW 値=1.50378、 $r^2=0.9845$

#### 4.1.10 輸出価格決定式

(1) 標本期間 91年から2005年  
 (2) 推定方程式 EDFLTR =  
 - 36.2054 + 1.46981\*PGDP - 0.007736\*FDISTCK  
 (2.952) (4.547) (1.6422)  
 + 26.8584\*D01 - 13.1552\*D04  
 (2.4016) (1.1039)  
 DW 値=1.4435、 $r^2=0.9286$

表2 ファイナルテスト結果

	GDPF	GDP	誤差率%		EF	E	誤差率%
1997	11144.92	11464	-2.78329	1997	8852.012	9437.244	-6.20131
1998	12604.03	12023.1	4.83178	1998	10119.61	9645.037	4.92041
1999	13141.91	12520.2	4.96563	1999	10909.5	9670.269	12.81487
2000	13359.63	13172.1	1.42373	2000	11512.17	9820.3	17.22824
2001	13948.99	13673.8	2.01252	2001	10370.26	9792.74	5.89746
2002	14182.86	14162.8	0.14164	2002	13117.53	10276.93	27.64047
2003	14497.84	14575.5	-0.53283	2003	12948.68	12504.7	3.55058
2004	15914.72	15572.8	2.1956	2004	16186.8	14887.59	8.72679

	E16F	E16	誤差率%		E17F	E17	誤差率%
1997	1233.968	1925.198	-35.9044	1997	1648.298	1755.327	-6.09741
1998	2536.583	2536.645	-0.00244	1998	1869.044	1851.847	0.92864
1999	2717.283	2717.345	-0.00229	1999	2305.596	1914.713	20.41471
2000	2043.574	2680.942	-23.774	2000	2937.222	2307.771	27.2753
2001	2244.502	2193.574	2.32169	2001	2648.151	2526.527	4.81388
2002	2479.933	2230.095	11.20302	2002	3940.612	2887.819	36.45636
2003	2846.531	2826.061	0.7243	2003	3906.51	3863.951	1.10143
2004	3474.878	3316.554	4.77375	2004	5069.07	4757.814	6.54199

	PGDPF	PGDP	誤差率%		MF	M	誤差率%
1997	72.06374	74.5	-3.27014	1997	8957.787	9557.299	-6.27282
1998	83.2003	83.9	-0.83397	1998	11034.58	10315.89	6.96677
1999	89.32481	91	-1.84087	1999	11753.52	10352.33	13.53505
2000	90.31948	100	-9.68052	2000	12380.62	10327.3	19.88247
2001	103.7138	108.6	-4.49926	2001	10762.73	9964.942	8.00599
2002	103.8018	118.2	-12.1812	2002	13461.07	10666.92	26.19456
2003	116.4861	126.3	-7.77032	2003	13456.05	13349.97	0.7946
2004	120.4759	130.6	-7.75203	2004	16403.2	15402.35	6.49806

(出所) 著者作成

#### 4.1.11 輸入価格決定式

(1) 標本期間 89年から2005年

(2) 推定方程式 MDFLTR =

$$-25.305 + 0.4353*EXR + 10.349*D89$$

$$(13.032)(48.023) \quad (2.9845)$$

$$+ 9.996*D90 - 5.2222*D97$$

$$(2.8956) \quad (1.6411)$$

$$- 3.4490*D98$$

$$(1.083)$$

$$DW \text{ 値}=1.5769, r^2=0.9944$$

#### 4.1.12 GDP 定義式

$$GDP=PC+GC+GFCF+J+E-M$$

#### 4.1.13 輸出定義式

$$E=E16+E17+EOTHR$$

#### 4.1.14 資本ストック定義式

$$K=0.95*K(-1)+GFCF$$

#### 4.1.15 経常余剰定義式

$$ENMSMN=E*EDFLTR-M*MDFLTR$$

#### 4.1.16 実質利子率定義式

$$RR=(R/PGDP)*100$$

#### 4.1.17 直接投資ストック定義式

$$\text{FDISTCK}=0.95*\text{FDISTCK}(-1)+\text{FDIFRT}$$

#### 4.1.18 需給ギャップ定義式

$$\text{GAP}=\text{GDP}/\text{POTGDP}$$

#### 4.1.19 輸入価格比定義式

$$\text{MDFLTRPGDP}=\text{MDFLTR}/\text{PGDP}$$

### 4.2 ファイナルテスト

1997年から2004年までモデルの運転を行った。最大繰り返し計算回数は7回であり、円滑に収束した。表2に、主要変数について計算結果を示す。左(変数名の後にFがついている。)が計算値、右が観察値である。なお、変数の動きについては、次のシミュレーションの説明を参照。

### 4.3 シミュレーション

技術力が10%向上した場合にどのようなことが起こるかについてシミュレーションを行った。ハンガリーにおいては、91年以降、30億ドル内外、2004年には42億ドルの外国直接投資が流入し、当国の経済を牽引している。IBM、ノキア、シーメンス、インテルなどIT部門の外国企業が研究所を設立して、東欧におけるIT研究の拠点となっており、地元企業、ベンチャー企業との連動も見られている。ハンガリーにおける技術進歩は、このような背景を考慮して技術進歩の指標として、直接投資ストックを採用することとした。

直接投資が10%増加して、技術が向上すると、まず電気機械部門の輸出が増加する。本来、技術が向上すると、当部門における生産力が増加し、当部門の価格が低下して、国内需要と輸出を増加させるが、データの制約のため、当部門

単独の投資関数と生産関数を推定することができない。ここでは、当部門輸出の説明要因として技術進歩を加えて、技術進歩の役割を強調している。なお、技術進歩の恩恵を最も享受しているのは電気機械部門であると考えている。技術進歩によって当輸出が増加し、GDPは直接的に増加する。需要の増加によって、需給ギャップが小さくなり、価格を押し上げる。これは輸出価格の上昇を通じて輸出の増加を抑制する。また、技術進歩は、輸出価格を下げるという働きを持つので、この方向からも輸出は増加することとなる。これも価格上昇の要因となり、輸出とGDPの増加を一部相殺する。同時に、技術進歩は潜在生産関数を通じて、潜在生産を増加させるので、需要に比べて供給を大きくし、価格は下落、輸出価格も下落させて、輸出と他の需要は増加ということとなる。

技術進歩加速はこのようにして波及していくが、表3に、技術進歩が10%加速した場合のシミュレーション結果を主要変数について示す。

2005年から2014年までの各年で、技術進歩が10%促進した場合、つまり、直接投資が10%増加した場合、前述のモデルの調整メカニズムを通じて、輸出は概ね5%程度増加し、価格は10%程度下落、GDPは、2%程度増加する。

### おわりに

IT産業はその成長率が大きいばかりではなく、生産、需要の規模においても、巨大な産業となっている。本稿では、近年のIT産業における技術動向について検討し、売買可能な技術と労働に体化する技術とが競合関係にあり、周期的に優位性が交代する傾向にあることを見た。このような技術動向、技術選択を説明するためには、従来のヘクシャー・オリン命題によっては無理があり、トレフラー等の考え方が有効であること、などを理解した。また、今後どのよ

表2 シミュレーション結果

	GDPI	GDPB	増減率%	EI	EB	増減率%
2005	16485.04	16348.2109	0.84	16027.97	15711.64	2.01
2006	17886.17	17657.4063	1.30	19388.38	18760.9	3.34
2007	19054.49	18722.0742	1.78	21616.69	20678.39	4.54
2008	20289.83	19855.541	2.19	24022.87	22749.57	5.60
2009	21584.58	21054.502	2.52	26606.78	24973.37	6.54
2010	22928.75	22314.7266	2.75	29368.3	27348.34	7.39
2011	24309.23	23630.9941	2.87	32307.84	29872.71	8.15
2012	25708.6	24996.9727	2.85	35427.07	32544.46	8.86
2013	27102.66	26405.0625	2.64	38730.44	35361.51	9.53
2014	28455.42	27846.1328	2.19	42228.23	38321.79	10.19

	E16I	E16B	増減率%	E17I	E17B	増減率%
2005	4181.12	4181.12012	0.00	5393.318	5232.884	3.07
2006	4072.442	4072.44189	0.00	6878.207	6572.633	4.65
2007	4511.918	4511.91846	0.00	7878.507	7426.944	6.08
2008	4981.963	4981.96289	0.00	8939.586	8333.742	7.27
2009	5483.609	5483.60938	0.00	10060.29	9291.643	8.27
2010	6017.888	6017.88818	0.00	11239.53	10299.18	9.13
2011	6585.832	6585.83203	0.00	12476.4	11354.83	9.88
2012	7188.473	7188.47314	0.00	13770.41	12457.02	10.54
2013	7826.844	7826.84375	0.00	15121.96	13604.19	11.16
2014	8501.979	8501.97852	0.00	16533.29	14794.82	11.75

	PGDPI	PGDPB	増減率%	MI	MB	増減率%
2005	141.4351	142.41959	-0.69	15960.32	15665.36	1.88
2006	122.4027	124.68624	-1.83	19403.47	18811.84	3.14
2007	123.4623	127.01743	-2.80	21509.76	20623.59	4.30
2008	123.6995	128.70538	-3.89	23785.38	22580.22	5.34
2009	123.1037	129.74829	-5.12	26231.37	24681.12	6.28
2010	121.6647	130.14848	-6.52	28849.27	26925.45	7.14
2011	119.3695	129.91196	-8.12	31641.77	29312.28	7.95
2012	116.1949	129.04749	-9.96	34613.66	31840.68	8.71
2013	112.0955	127.56558	-12.13	37773.82	34509.87	9.46
2014	106.9778	125.47706	-14.74	41139.28	37319.45	10.24

(出所) 著者作成

うな技術革新が考えられ、どの程度経済への影響を持つかという点についても検討した。

次に、ハンガリーの事例を取り上げ、ハンガリーの貿易構造、マクロ経済などについて説明した後、計量モデルを用いてシミュレーションを行った。ハンガリーは歴史的に発明発見の土壌に恵まれた国であり、近年先進国企業の大規模な研究所の設立が相次いでいる。すでに地元企業との連動が始まっており、ハンガリーにお

ける電気機械部門の輸出シェアは飛躍的に高まっている。前述の分類に即して言えば、当国の技術選択は、売買可能な技術の方向である。当国における技術進歩は直接投資と密接な関係を持つため、技術進歩の指標として、直接投資を採用し、これが10%増加、つまり、技術進歩が10%促進された場合のシミュレーションを行った。その結果、モデルの調整メカニムを通じて、概ね2%のGDPの増加が見られるとの結論を得

た。

(注1) Advanced Micro Devices

(注2) Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Limited

(注3) United Microelectronics Corporation

(注4) 韓国のIT企業は、台湾と比べて素材関連の供給国産化についてはある程度進んでいるものの、台湾企業は米国企業の生産委託を受けるような先端部門において先行している。

(注5) ゴードン・ムーア、インテル名誉会長の提唱した法則で、メモリーの容量は一年半ごとに倍になるというもの。この勢いは10年以内にきわめて緩慢になるだろうとの予測も一般的である。

(注6) 後述のような技術的情勢を考慮すると、ムーアの法則は今後約7年間持続するという見方は一般的と思われる。

(注7) 輸出というのは、製品に体化された生産要素の輸出のことである。

(注8) 相関係数は0.87。

(注9) 1ナノメートルは10億分の1メートル

(注10) マクロ変数については図3参照。

(注11) on-line 検索により得られたUN作成のUN Comtrade Database 貿易データの報告国のハンガリーで抽出した貿易データをアジア経済研究所が調整したAID-XT基礎データにもとづき著者作成。

## 【参考文献】

[1] Heckscher, Eli F. "The Effect of Foreign Trade on the Distribution of Income" [in Swedish]. *Ekonomisk Tidskrift*, 1919, 21(2), pp. 1-32; reprinted in *Readings in the theory of international trade*. Homewood, IL: Irwin, 1950, pp. 272-300.

[2] Ohlin, Bertil G. *Interregional and international trade*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1933.

[3] Vanek, Jaroslav. "The Factor Proportions Theory: The N-Factor Case." *Kyklos*, October 1968, 21(4), pp. 749-56.

[4] Armington, Paul S. "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production." *International Monetary Fund Staff Papers*, march 1969, 16(1), pp. 159-78.

[5] Bowen, Harry P.; Leamer, Edward E. and Sveikaukas, Leo. "Multicountry, Multifactor Tests of the Factor Abundance Theory." *American Economic Review*, December 1987, 77(5), pp.791-809.

[6] Leamer, Edward E. "The Leontief Paradox, Reconsidered." *Journal of Political Economy*, June 1980, 88(3), pp.495-503.

[7] Leamer, Edward E. *Cross Section Estimation of the Effects Trade Barriers*, in Robert C. Feenstra, ed., *Empirical methods for international trade*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988, pp. 51-82.

[8] Leontief, Wassily W. "Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Re-Examined." *Proceedings of the American Philosophical Society*, September 1953, 97(4), pp. 332-49.

[9] Trefler, Daniel. "International Factor Price Differences: Leontief wa Right!" *Journal of Political Economy*, December 1993, 101(6), pp.961-87.

[10] Trefler, Daniel. "The Case of the Missing trade and Other Mysteries" *American Economic Review*. December 1995, pp. 1029-1046.

[11] Stern, Robert M. and Maskus, Keith E. "Determinants of the Structure of U.S. Foreign Trade, 1958-76," *Journal of International Economics*, May 1981, II(2), pp. 207-24.

[12] Brecher, Richard A. and Choudri, Ehsan U. "The factor Content of Consumption in Canada and the United States: A Two Country Test of the Heckscher-Ohlin-vanek Model," in Robert C. Feenstra, ed., *Empirical Methods for international trade*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988, pp.5-17.

[13] Maskus, Keith E. "A Test of the Heckscher-Ohlin-vanek Theorem: The Leontief Commonplace." *Journal of International Economics*, November 1985, 19(3/4), pp.201-12.

[14] Straiger, Robert W. "A Specification test of the Heckscher-Ohlin Theory." *Journal of International Economics*, August 1988, 25(1/2), pp. 129-41.

[15] ジェトロ・ブダペスト事務所(2002年3月)『ハ

ンガリーの R&D の動向』

[16] 泉谷渉、半導体産業新聞編集部著、(2005) 『最新、これが半導体の全貌だ』 かんき出版

[17] 泉谷渉、半導体産業新聞編集部著、(2005) 『これがディスプレイの全貌だ』 かんき出版

[18] 明 豊著(2005) 『よくわかる半導体業界』 日本実業出版社

[19] 莊 幸美(2004) 『台湾 IT 産業の経営戦略』 創成社

[20] 池田信夫(2005) 『情報技術と組織のアーキテクチャー』 NTT 出版

[21] 朝元照雄(2004) 『開発経済学と台湾の経験』 勁草書房

[22] 永野周志(2002) 『台湾における技術革新の構造』 九州大学出版会

[23] 横山久・大野幸一・糸賀滋・今岡日出紀(1987) 「東・東南アジア諸国の要素賦存の計測-レオンチェフ、リーマー指標を用いて-」 『アジア経済』 第 27 巻第 10 号、アジア経済研究所

[24] リチャード E.エイブズ・ジェフリー A.フランケル・ロナルド W.ジョーンズ著、伊藤隆敏・田中勇人訳(2003) 『国際経済学入門(1)』 日本経済新聞社

[25] Krugman, Paul R. 1994. Rethinking International Trade. Cambridge : MIT Press. [高中公男訳『国際貿易の理論』文真堂 2001 年]

[26] Asian International Input-Output Table 1995(I.D.E. Statistical Data Series No.82, Institute of Developing Economies,2001