

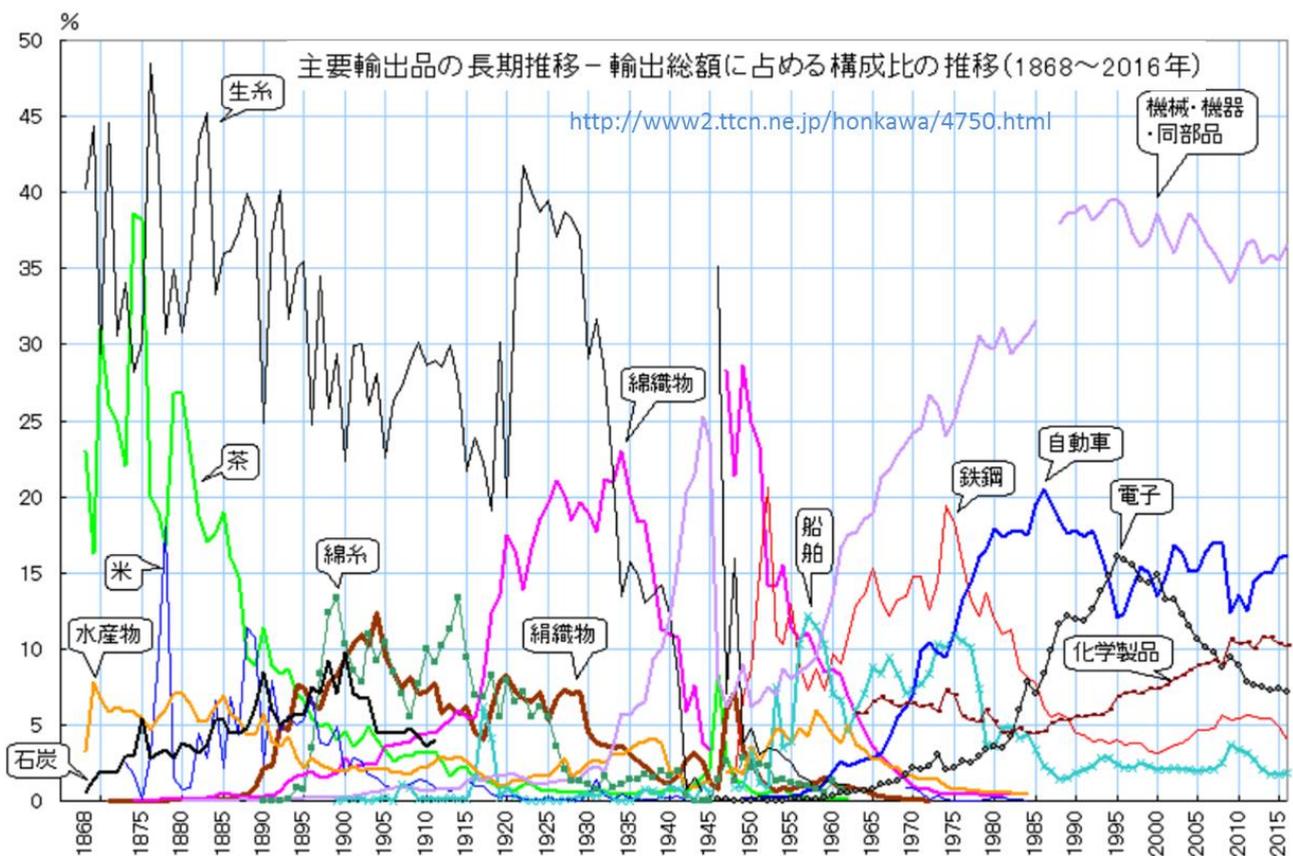
日本の機械技術の現状

久保愛三 (公益財団法人応用科学研究所常務理事)

本稿は MotorFan illustrated 2017.12 月号 (No.135)

掲載記事に一部加筆したものです。

国が生きて行くためには、国の収入が極めて大切です。明治維新から昨年まで、日本が何を輸出して国を支えてきたかを整理した資料が <http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/4750.html> に示されています。1960 年以降現在に至るまで、自動車や鉄鋼を除いても機械の輸出が日本のインカムの一番なのです。どの様に世界が変化しようと人間が生きて行くために機械は必要で、その駆動には原動機と作業機のインピーダンスマッチングをする必要悪としての歯車装置は不可欠です。経済的困窮、材料の低品質化、作業者のレベルの低下の中でも、最低限、原動機と人間が必要とする仕事をする機械部分の間のトルク・回転特性を適合させる機能だけは必要なのです



(注) 機械・機器・同部品は「機械類及び輸送用機器類」(1985年以前)又は「一般機械」「電気機器」「輸送用機器」の計(1988年以降)から電子、自動車、船舶を除いたもの。電子=事務用機器(コンピューターを含む)+半導体等電子部品(ICなど)、水産物(1908-45年)=塩蔵・乾燥魚介類+缶・罐詰魚介類、水産物(1947年以降)=生鮮魚介類+魚介類調整品

(資料) 財務省貿易統計、日本長期統計総覧、日本の長期統計系列(HP)、外国貿易概況平成5年6月号、明治以降本邦主要経済統計

図1 貿易立国の日本は何で食ってきたか、また、現在と近い将来、何で食ってゆけるか

歯車をはじめとする機構学の研究分野は「何百年も前からある機械技術を対象にしているなんて・・・、まだやることって在るの？ 時代に合っていないよね。」と、いつも陰で悪口を言われています。そして日本の将来を担う若い機械技術者を育成する努力はなされなくなりました。歯車技術者や研究者の数は極端に減少してきています。歯車に代表される機械技術は、今でも常に実用面でのトラブルが絶えないのです。その状況は、人が豊かで幸福な生を過ごすに支障を来たす状況になっているほどです。技術は人の幸せな生活の役に立たねばならないのが本質である事を考えると、その本質を脅かす基盤技術と先端技術の「バランスの崩れ」が現在の大きな問題です。このような状況を、時代の流れで仕方がないと、簡単にかたづけられる訳にはいきません。人間の生活の質が落ちてしまうからです。先人が営々と築きあげてきた技術のお陰で我々が浴している豊かな生活が失われるのです。私は機械のトラブルシューティングを専門にしてきましたが、技術と言うものは、基盤技術の上に先端技術が構築され、そのバランスで現実には有用なものとして機能するとつくづく思います。

2017年9月、ドイツのミュンヘン工科大学のFZG（歯車技術研究所）とドイツ機械技術者協会VDIがほぼ2年ごとに開催する歯車国際会議がミュンヘン郊外ガーヒングで開催されました。参加費1,490ユーロ（ほぼ193,700円）と言う超高額にもかかわらず、約630人の参加者を世界中から集めました。ドイツ歯車技術の世界産業的強さ、実力と言うものを見せつけられた思いです。かつては英国、米国、フランス、スイス、日本などとドイツとは、それ程の力の差はなかったこともあったのですが、ドイツ以外の国の歯車産業・歯車技術に関する力が、産業構造の変化で極端に弱体化した一方、ドイツ人の良く言えば自重、悪く言えばフレキシビリティの無さから来た、エレクトロニクス産業への出遅れが幸いして、そして、人間の生活を根底で支える歯車技術が相変わらず世界的には求められている結果として、ドイツの一人勝ちが生まれたものでしょう。この会議とは関係ないですが航空機分野の話では、中形旅客機駆動のターボファンエンジンは、燃費とメンテナンスコストの低下の理由から、注文がほぼ100%、GTF（Geared Turbo Fan engine）に傾きました。ジェットエンジンの排気タービンから前部のファンを動かすまでの間に遊星歯車装置を入れて1/3程度にファンの回転速度を落とし、空気の流れのバイパス比を高めることによりエンジンの熱効率を改善する構造のものです。問題は20,000ps程度の動力を伝える遊星歯車装置を空を飛ぶ軽さで作らねばならないことです。これは容易なことではなく、GTFの開発では歯車技術が一番のキーテクノロジーなのです。

現在のマスコミや政治家、あるいは社会の指導的立場にある多くの人には、一旦できた技術は永続的であると信じている人が多いようですが、人に依存した技術は、維持の努力をし、正しく伝承しなくては、人と同じ寿命しか持ちえません。基盤機械技術は長年の経験と実績の上に来ているものであり、その内容はきわめて複雑であって、いかにIT技術が進歩しても、IT技術と言う機械技術にとっては仮想現実の世界のみには移行ができないような部分が多くを占めています。基盤機械技術には、熟練技能者の経験に基づき、設計、製造、運用に関するノウハウと技倆が技術の中核をなしているものが多くあり、「基盤機械技術は人間に依存したものである」という本性は避けられません。今まではこの点で日本は優れていたのが経済発展を続けられたのです。残念ながら、基盤機械技術の維持・伝承に何も手が打たれない現状では、この現在の社会の豊かさを支えてきた日本の機械技術の寿命は、すでに高齢化している熟練技術者と同じ寿命しかありません。

アカウントビリティ、エビデンスばかりを重視する現在の社会風潮の問題もあります。一番典型的なのが風力発電の分野です。風力発電設備はほとんどの場合、税金等公共の金で買われますが、この場合、購入する担当者が最も気にするのは、金が有効に使われ税の使途に無駄がないことのエビデンスをどう確保できるかです。一番一般的なやり方は、カタログに明示されている性能、仕様が良く、見積価格の低いもの、すなわちこの観点での

コストパフォーマンスの一番良いものに決定することです。エビデンスはすべて揃うし、金の有効利用の点で、文句をつけるのが難しい状況になるからです。その結果、このようなコストパフォーマンスが良い製品でなければ市場参入すらできない経済状況が形作られています。技術者良心に従い良い製品を作ろうとすると、どうしても手抜き商品よりも製造コストが高つくので、上の意味でのコストパフォーマンスが悪くなり、市場性がなくなると言う面白い社会経済構造です。すなわち、この分野は本質的にまともな機械製品が使われづらいマーケット領域なのです。どんな製品でも稼働に入ってすぐに壊れることはほとんどありませんが、通常、風力発電設備で設計の前提とされる 20 年以上の寿命に対して、似非コストパフォーマンスのみが良い製品では、2, 3 年経つと壊れ出すことがあるようです。しかし、壊れた時にはこの製品の購入した人たちは元の部署にいないことも多く、もともと、購入を決定したのは会議体で、エビデンスとしてはまともな決定をしたことになっているので責任の所在は全く不明になります。その結果、現在、作られた風力発電設備の 24%程が壊れているのにそれを重大な問題だと取り上げられることがない状況が作られています。市場に出る機械で事故率が 24%にもなるのに、まともな機械ですよと胸を張っていられるのは、面白いことですね。

エビデンス、エビデンスと言うマニュアル至上主義は、日本で、学会、大学を含み、いたるところを支配し、金と労務の浪費を生んでいます。その害悪は国の活力を失わせるところまで来ているように感じられます。誰の陰謀でしょう。いくらでも例は挙げられますが、また、多くの方は「私も例を挙げられる」と言われるかも知れませんが、上記のような短期利益至上の経済におけるコストパフォーマンスの正論的議論には勝てない、と言うので、みんな口をつぐむのが現実の状況でしょう。

機械製品を作るのにその素材である鉄鋼の品質は極めて重要なのは自明ですが、グローバリゼーションと言う経済構造の変化の結果、問題が出てきています。現在、機械製造業者は鋼材の品質を信用して使用していますが、中には鋼材規格に合格しながら実品質では問題のある製品が安価に流通しています。企業の購買・調達部門では規格の鋼材名で品質証明のミルシートがついていればまともな品質の鋼材であると信じて、また、自社製品の製造コスト削減の強い要請もあって、世界中から最安品を調達します。日本製は品質が良いから高くても売れると言うような世の中ではありません。鉄鋼会社の立場からすると、この状況での経済戦争に勝ち抜くためには、鋼材規格に違反しない範囲でいかにコスト競争力のあるものを作るかです。したがって、上記の鋼材の問題は、海外調達品のみならず日本製鋼材についてもある訳です。例えば図 2 は現在の棒鋼の成分の典型的な例です。この材料は高炉メーカーと電炉メーカーの製品 (SCM440H) でともに JIS 規格には合格しておりデータ改竄はされていないはずですが、規格では元素成分の中央値を狙って製作すれば、かなりの余裕をもって規格合格品の鉄ができ、その性能も規格が意図したものからあまり変わらないものになるよう、成分の%にかなりの幅を与えています。コストの高い元素成分が規格に違反しない範囲内でギリギリに低くされています。また、製造時のエネルギーコストを下げるため、規格には書かれていない鉄を熔融状態で保持する時間は可能な限り短くされ、鍛錬も外観 OK であれば、可能な限り省略されます。また、不純物のスラッグが混じっているのを廃棄される鉄の分量も可能な限り少なくされ、製品の歩留まりを良くすることが指向されます。これらのことによって、製造コストの低減を図っており、これが現在の世界経済構造の中で進められるべき技術になっているのです。その結果として図 3、図 4 に示す様に JIS 規格合格の鋼棒でもメーカーによってその組織もかなり異なったものになっています。図 5 はこのような鋼材製造時のコスト削減のもたらす結果を、私が経験している歯車業界のトラブルシューターの立場から模式的にまとめています。しかし、金属材料とは、その組織が一様なものではなく、程度の差こそあれ、所詮はこの様な差異が存在するものなのです。それをわきまえて適切に材料を使用するのが機械技術者の能力なのです。

世界中の鉄鋼メーカーのこのような経済戦争の中で、似非コストパフォーマンス最適の鋼材を日本製品の材料

として用いることが多くなっています。昔の機械は安全率を大きく取った設計であったため、少々ことは目立たなかったのですが、小型・軽量化の要請の結果、また、コンピューターシミュレーションなどを用いた詳細な設計計算が出来るようになった結果、冗長度、すなわち安全への余裕が小さくなり、問題が顕在化してきた点もあるでしょう。粗悪な材料を値段に惚れて採用した結果、製造された歯車や軸等が設計強度に耐えられず、損傷する事故が現実にかかり起こっており、そのうちに重大事故につながる恐れも出てくるでしょう。

SCM440H 鋼の製造メーカーによる成分の差

(鋼製造メーカーの提出資料による)

元素成分	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
規格値	37 - 44	15 - 35	55 - 95	max.30	max.30	max.25	85 - 125	15 - 35	max.30
材料 A, B	41	22	81	10	18	6	103	15	6
材料 C, D	41	24	77	12	19	2	111	16	1

↑
Mo を減らして焼入れ性の悪くなった分をカバーするため、Mn の%を増す方向にあるのではないかと推察される。

↑
極端な差

↑
規格の下限値に張り付いているが、材料の混合%が正規分布をし、その代表値として分布のノルムの位置を取るのであれば、製品の半分は Mo 成分が規格値をも割り込んでいることになる。

図 2 現在の棒鋼の典型的な成分構成

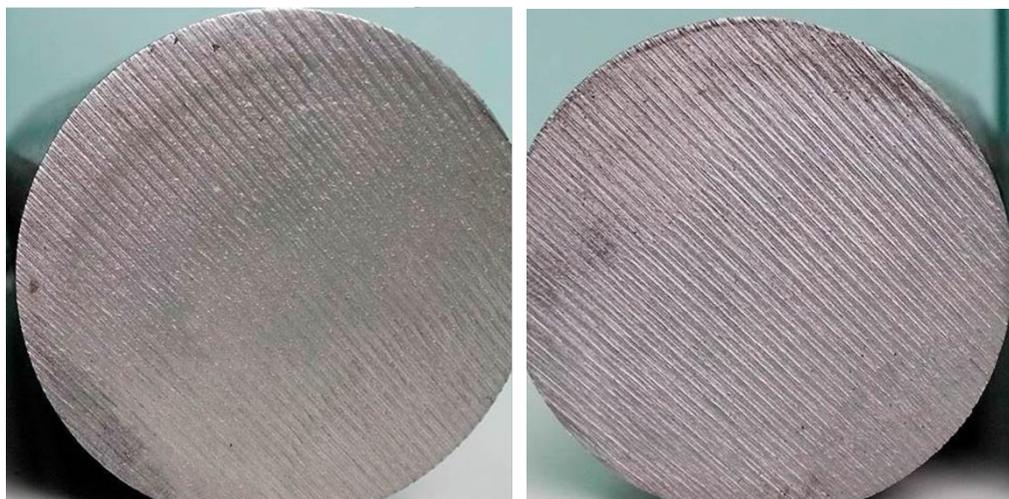


図 3 製造メーカーの異なる JIS SCM440H 鋼棒を並べて引いた鋸切り断面の切れ方の相違

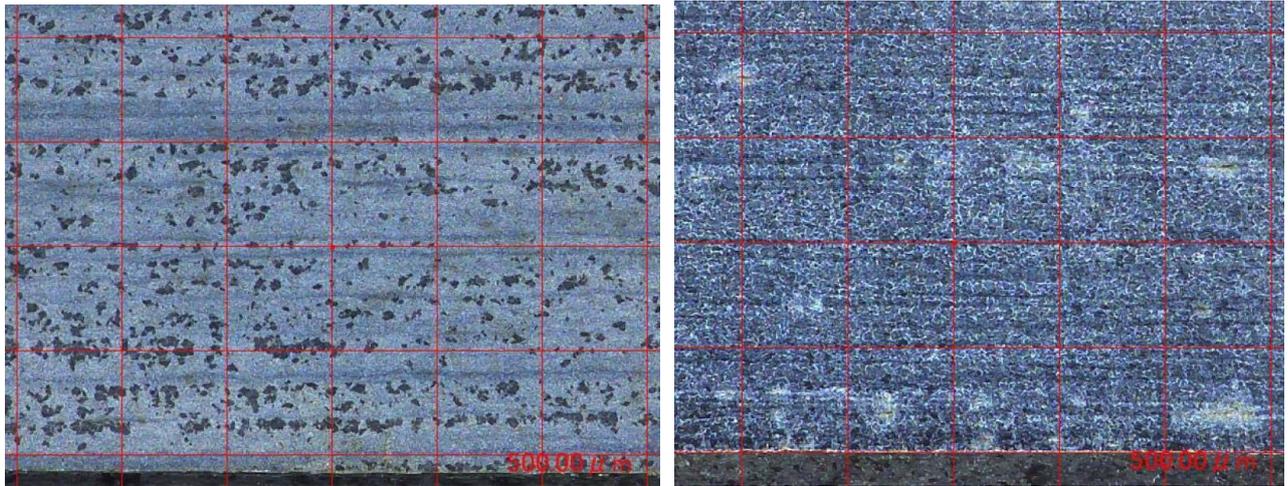


図 4 同一規格名の材料の金属組織の相違

現在の多くの鉄鋼販売業者にとって、物の外観がOKで、ミルシートがついていれば、多くのお客は疑問も持たずに買ってくれます。
 このような状況の下、鉄鋼メーカーの興味は、韓国、中国、インドなどの製品と価格的にも競争力のある製品を作るための、製造コスト削減をいかに達成できるかに集約される。

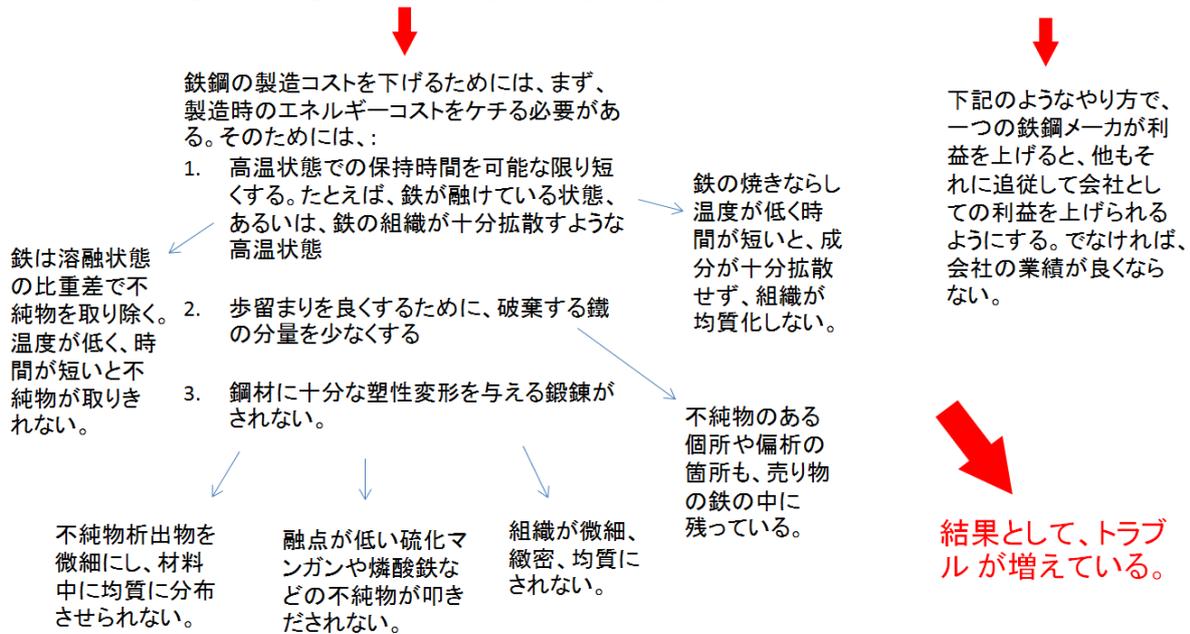


図 5 鋼材製造時のコスト削減のもたらす結果

近頃、資格の無い人が品質検査をしたからその自動車会社の製品は全部だめだとか、検査証明書を改竄していたからその材料製品は全部だめだとか言うようなことばかりが過熱して報道され、技術の本質について無知な国民を洗脳しています。法令違反をしていたことは言い逃れのできない問題で、法治国家の秩序を保つためにはどうしても是正されなければならないことです。しかし、このこととそこの製品が悪いこととは一対一対応しないのですが、今の報道の中でそのような理解が出来る人の割合はますます減ってきています。そしてマスコミに煽られた表面的な意見が大勢を占め、それが政治をも動かして行く。まさに歴史が証明してきたポピュリズムの弊害が本当に起こるかどうかの再実験が今行われているのです。

技術の観点から理解していなくてはならないことは、

- ① 規格や法令と言うものは、それをクリアしていれば多くの場合、世の秩序を乱さない結果をもたらすと言う、かなりレベルの低いところに線を引いているものです。
- ② 人間は神様じゃないので完全無欠の規格や法令と言うものは作れません。別の言い方をすれば、規格や法令に違反していないことは、良い品質である事を意味するものではありません。もしそうでなければ、技術未開発国で製造された製品が規格や法令に違反していなければ、日本製の製品との品質差が生じないと言うことになり、日本が世界で経済的に存在し続けて行くことが出来なくなるはずですが、現実にはそうでもないでしょう。
- ③ 製品検査の目的は、悪い品質のものが市場に出ないように製造工程をコントロールすることです。製造工程が改善され悪い品質のものが出てくる確率が下がると、検査工程を問題が生じないだけ省いて行き、製造を能率化して製造コストを下げ、その結果として、真のコストパフォーマンスの良い製品を市場に送り出すことが出来る。このような原理に従い、日本は今まで経済発展をして来、国が豊かになって、世界に冠たる技術立国を成し遂げてきたのです。

私のいる公益財団法人応用科学研究所は高周波焼入れ技術の日本における発祥の地であり、現在も熱処理やプラズマ窒化の難しいものを処理しています。また、その状態を管理し、顧客に処理品の品質を知らすためにも多くの材料検査を日常的にやっています。その経験からすれば、今回、法律違反でやり玉にあげられている鉄鋼メーカーの製品は材料としてかなり優良な方です。それより品質の劣る材料を作っているメーカーの製品でも、書類の改竄を行わなければ、JIS 規格に合格した鋼材になります。それらは品質証明のミルシートをつけて出荷され、使われています。

世界には極めて頭の良い政治家やビジネスマンが沢山いますが、そのような賢い人々のいる国の経済・政治状況はかならずしも日本より良いわけではありません。どこの国も口では綺麗ごとを言っても本心は自国ファーストです。人の良い、順法精神に満ちた日本人の特性を考慮すると、もし、私がそのような国の悪賢い影の実力者で、日本の経済発展を快く思わず、何とか足を引っ張ってやりたいと考えたとしましょう。サムゼロで成り立っている世界経済ですから、日本が落ちた分、自国の割が良くなることになるからです。その様な観点から今回の鉄鋼会社を始めとする騒動を邪推してみると、次のようなストーリーも考えられます。

1. 日本で有数の優良な材料を作っていた当該メーカーは、風評と法律的罰則から大きな被害を受け、競争相手としてあまり怖くないものになります。
2. 日本の他の競合メーカーは、同様の事を起こしては大変だと言うことで、検査やエビデンスづくりに極めて多くの費用をかけることになります。
3. その結果としてこれらのメーカーの製造コストは上昇しますので、世界的市場における競争力は低下します。
4. それは大変だと言うことで、それらのメーカーではコスト削減に努力することになります。ある程度までは技術と努力でできますが、現状が既にずいぶん高度にコストを絞れるだけ絞った技術であるため、品質を低下させないコスト削減はすぐに限界が見えてきます。それ以上のコスト削減をするためには規格に違反しない範囲でいかに手を抜くか、と言うことになります。当然ながら、そのようにして製造された製品は、規格合格材で品質証明書がついていても実品質は低下しています。
5. 紙に書いた品質証明書は OK で法規的には問題ないが実品質の悪い材料をユーザーが使うと、機械は物理現象としてトラブル を起こす可能性が増大しますので、そのような材料は次第に使われなくなります。
6. このように、どちらにしても日本の鋼材メーカー全体が、世界市場の中で優位性を失って行くわけです。
7. 鋼材は全ての機械産業の根幹です。上記 6. は日本の全産業を弱体化させます。図 1 の「機械・機器・同部品」のインカムが大幅に減少する状態の日本の経済と国民生活を考えてみてください。

8. 日本を弱体化させてやろうと言う大本のストーリーを描いた頭の良い人の術中に、まんまとはまったわけでは
す。

これは単なるフィクションですが、日本のマスコミや政治家は起こっていることを冷徹に観察し、広い、また時間的にも長い観点から色々な思いを巡らす必要があります。間違った考えに国民を洗脳し、大衆を動かして政治をするのは、どこかの独裁国と同じですね。日本でも歴史的にはそのようなことが起こっていたことを、思い出す必要があります。