

Muプロジェクトにおける 日英翻訳結果の評価

長尾 真、辻井潤一 (京大・工)

1 はじめに

Muプロジェクトの日英翻訳システムは、現在、京都大学における1000文の翻訳実験を終え、工業技術院筑波計算センタに移植したシステムでの3000文実験に入っている。本稿では、これらの実験によって得られた翻訳結果を評価する方法について述べ、現在の時点での評価結果と実例を示す。

2 理解容易性と忠実度

翻訳の品質を評価する観点として、相互に関連はあるが独立な、次の2つの視点がある。

1 理解容易性：出力の訳文が、どの程度理解できるか、の観点からの評価。日英翻訳では、英語を母国語とする平均的英米人（以下では、『外人』と呼ぶ）が、原文（日本語文）を見ずに出力の訳文だけを見てどれだけ理解できるか、を評価する。

2 忠実度：出力文が入力文の持つ情報をどれだけ忠実に反映しているか、出力文と入力文との間で文意のズレがどれほどか、に関する評価。

上の2つの評価結果は一致するとは限らない。理解容易性を重視し意識すると、一般的にいつて忠実度を落とすことになる。逆に、原文の構造にあまりに忠実であると、非常に読みにくい直訳調の訳文になってしまう。現在の機械翻訳では、意識と言えるほどの言い換えはほとんど不可能であるので、『原文の意味を忠実に伝えるのは、直訳か意訳か』という人間の翻訳の際に問題になる翻訳論的な問題は生じないが、

『システムが、原文のある部分（例えば、名詞修飾の埋め込み文）を完全に脱落して翻訳した場合、結果の英文の理解容易性は良いが、忠実度は悪くなる』

『原文の係受け関係を誤って捕えていても、訳文そのものは立派な英文になり、それなりに理解出来てしまうことがある。この場合も、理解容易性は高いが、忠実度は悪くなる』

『日本語固有の慣用的、あるいは、準慣用的表現をそのまま英語に移すと、意味不明の表現になったり、非常に回りくどい表現になって、忠実度はよいが理解容易性の悪い文となる』

といったレベルで2つの評価に差が生じてくることになる。翻訳結果の後修正を考える場合にも、忠実度の低い、したがって、誤訳の多いテキストを修正する場合と、理解容易性の低い、したがって、英語として不自然な表現の多いテキストを修正する場合とは、様々な点で相違が出てくる。機械翻訳システムの性能を客観的に論じようとする場合も、この2つの観点からの評価を区別しておくことは不可欠である。

3 評価基準と作業の方法

3-1 理解容易性の基準と評価作業

理解容易性の評価は、1から5までの5段階で評価する。数字が大きくなるにつれて、理解容易性は落ちる。評価者は、日本語原文を参照することなく、以下の評価基準に従って、出力文の評価を行う（未知語が日本語のまま英文に入っている場合は、あらかじめ、日本人評価者が対応する英単語を与えておく）。なお、今回の評価作業では、外人評価者として、日本語を理解しない、英国人・米国人各1名（いずれも、翻訳の校正経験1年程度、科学技術テキスト一般の校正経験はあるが、Muシステムが現在対象としている電気工学の専門知識は特には持っていない）を使った。

1—文意は明瞭で疑う余地はない。文法、用語用法、文体共に適切で、何ら修正の必要はない。

2—文意は明瞭で理解できるが、文法、用語用法、文体上に多少の問題が見られ、1には至らない。ただし、こうした欠陥を改善するにあたっては出力文だけを見て外人評価者単独で修正を施すことができ、日本人評価者の援護を必要としない。

3—全体的文意は把握できるが、文法、用語用法上の問題のための細部理解に自信が持てない。こうした問題を取り除き、さらに文体面の改善を施そうとすると、修正方法がひとつに定まらず、入力文の

意味するところを日本人評価者に確認しなければならない。

4ー文法、用語用法上の問題が多いので、相当な思考の後わずかに文意を仮定できるか、もしくはほとんど把握できない。こうした問題を解決して文体を改良するよう手を加えるより、新たに翻訳をやり直した方が時間も速く、質も向上すると思われる。

5ー全く理解できない。どんなに熟考、検討しても文意をとることは不可能である。

評価作業においては、作業者は必要な修正箇所にある一定の校正用の記号（削除、挿入、語順の入れ替え、語や文字の置換、etc.）を実際に記入してゆくこと、また、その修正について日本人評価者との検討を要すると思うかどうか同時にマークするように指示されている。したがって、上の基準はかなり主観的なものに見えるが、例えば、2と3の境界は、

『外人独力で自信を持って校正用記号を記入できるかどうか』

また、3と4の境界は、

『出力文に校正用記号を入れる気になるかどうか』

等、具体的な操作と対応づけられており、1人の評価者に限れば、評価時の迷いは少なく、そのユレも少ない。また、評価者が記入した校正用記号は、作業結果を翻訳システムの文法改良にフィードバックする際の資料に使われる。

3の中には、修正の困難度にかかなり差のあるものが混在するので、このような日本人と外人の相互協議が必要な修正（すなわち、後編集を行う場合に両言語の知識が必要な修正）については、その修正がどの程度の負担になるかに関して、別の尺度（3-3の修正容易度と誤解釈度）を設けて細分している。

3-2 忠実度の基準と評価作業

忠実度の評価値は、0から6までの7段階までで、数字が大きくなるにつれて忠実度は落ちる。各段階の評価基準を次に示す。なお、今回の評価作業は、日本人翻訳者（翻訳実務の経験1～2年、4名）を使った。なお、この他に全体の評価過程をモニタするために、翻訳実務の経験豊富な日本人翻訳者が1名ついた。

0ー入力文の構造は出力文に忠実に再現されていて、か、外人がみても明瞭で、修正する必要はない。

1ー入力文の構造は出力文に忠実に再現されていて、また外人にも明瞭に理解できるが、多少の修正は必要である。ただし、その修正はあたえられた出力文だけにもとずき、外人が単独で行える。

2ー入力文の構造は出力文に忠実に再現されているが、語の置き換えを必要とする。

3ー入力文の構造は出力文にほぼ忠実に再現されているが、句と句の関係、時制、数、態、副詞の位置等に誤りがある。また、単語が重複して出力されている等の誤りがある。

4ー入力文の構造は出力文にあまり良く再現されていない。句の要素の欠落、節と節、節と句、あるいは節内の関係に誤りがある。

5ー入力文の構造は出力文に良く再現されていない。節や句の欠落があるが、一応文としては成立している。

6ー入力文の構造は全く出力文に再現されていない。主語や述部の欠落があるため、文として成立していない。ただし、表題のような名詞句にあっては、その主名詞（日本語で最後に位置する名詞）の欠落またはこれを直接修飾する節・句の動詞的要素が欠落している。

忠実度の評価作業も、これだけの基準では作業者に迷いが生じる。また、単に点数を付けるだけでは、翻訳文法にフィードバックすることも出来ない。したがって、理解容易性の評価の場合と同様に、評価者は、翻訳文に句や節の脱落がある場合、係受け関係に誤りがある場合には、その誤り箇所を一定の記号で指示し、その誤りの種類に応じて、図1に示すフォーマット用紙の所定の欄にマークを記入するように指示されている。各誤りには、その誤りがあった場合の評価値が決まっており、それが忠実度の評価値となる。複数個の誤りがある場合には、最も悪い評価値が文の評価値となる。また、フォーマット用紙に記入された情報は備考欄を除いて計算機管理され、誤りの種類別の例文集等を作れるようになっている。

忠実度評価は、次のステップで行われる。

ステップ1：入力文は日本語として自然な文か。そうでなければ、入力文の不備として評価の対象としない。

ステップ2：出力文は文として成立しているか。文構成上重要な要素（主語、動詞）が欠如し、文として成立していない時は、評価点を6とする。

ステップ3：出力文に、節や句（名詞句）の欠落がある場合は、評価点を5にする。

ステップ4：語の欠落、節と節、節と句（関係節の修飾先）、名詞句と述部、の係受け関係に誤りがある場合、評価点を4とする。

ステップ5：名詞句内の修飾関係、時制・数・態・副詞の位置、に誤りがある場合、また、不必要に同じ単語が出力されている場合、評価点を3とする。

ステップ6：理解容易性が3～5の場合、評価値を2、理解容易性が2の場合、評価値を1、理解容易性が1の場合、評価値を0とする。

3-3 修正容易度と誤解釈度

修正に要する労力は、例えば、エディタを使って修正する際のキータッチ数等の指標を使って評価することもできるが、

1. 使用するエディタに依存した評価しか得られないこと、
2. 同じキータッチ数であっても、修正に必要な知的・精神的負担が異なる場合が多くあること、

等の理由から必ずしも良い評価の基準にはなりにくい。そこで、今回の評価では、『修正に要する知的な負担は、適切な修正方法を見つけるのに、両言語の知識をどの程度援用しなければならないか』に依存すると考え、次の4段階に容易度を分類することにした。

ランクA：外人が自らその修正案を提示して、日本人翻訳者が『yes』と答えるだけで、修正方法が決定できる場合

ランクB：最初の修正案が『yes』とはならず、それに代わる修正案を外人が3回を限度に提示する。その3回までの間に日本人翻訳者が『yes』と答えられる案があった場合

ランクC：以上の過程では適切な修正が発見できない場合、今度は日本人翻訳者の側から3回を限度に修正案を出し、それで外人が文意を諒解できた場合

ランクD：以上の過程で適切な修正案が発見できなかった場合

この修正容易度は、翻訳文が一応原文に忠実であり、したがって、修正は英語として不自然な部分の修正を念頭に置いている。あるいは、忠実度が多少悪くても、訳文の劣化の程度がそれほどでもなく、外人が概略の文意を推定できるものについての修正容易度である。したがって、今回の評価では、この修正容易度は忠実度が2以上のものに限定して評価した。

しかしながら、後修正が必要なものは、このような忠実度の高いものだけではない。大きな精神的労力を伴う修正に、誤解釈の修正がある。特に負担の大きいのは、『英文としての理解容易性は高いが、忠実度の低い文』であると考え、これがどの程度現われるか、また、その修正がどの程度の負担になるかを3つのランク（P, Q, R）に分けて調査した。誤解釈は、次の手順で調査した。

ステップ1：外人が修正した箇所または無修正で通過した箇所について、入力文との意味の差が大きいと日本人翻訳者が判断した場合、その旨を外人に指摘し、外人も指摘通り検討の必要を認めた場合、誤解釈があったと判断する。

ステップ2：日本人翻訳者が修正指摘を行い、外人が『yes』と答えれば、ランクPの誤解釈とする。

ステップ3：指摘に対して『yes』が成立しなかった場合、それに代わる代案を3回を限度に提示し、それで解決すれば、ランクQ、それでも解決しなかった場合は、ランクRの誤解釈とする。

4 評価結果と例

現在、1682文の評価が終わっている。前半の791文は京大がシステム開発時にテスト・サンプルとして使っていた文、後半の891文は今回はじめて実験対象とした文である。いずれも、JICST発行の電気工学編からの文を出現順に取ったもので、前編集は行っていない（ただし、前半の791文は、テスト・サンプル1000文から日本語として非文法的と考えられる約120文、および、長い

数式や化学反応式等を含む約90文を除外している。数式・化学反応式を除外したのは、実験時にはまだこの種の表現に対処する部分文法が完成していなかったためである。後半の文については、出現するすべての文を採った。

表1と表2に前半と後半のそれぞれの評価結果（理解容易性と忠実度）、表3に両者の比較、を示す。後半の文については、今回が最初の翻訳実験であり、未知語等が原因の形態素解析段階での誤りや辞書情報の欠如のための誤りが多くみられ、全体的に評価が悪くなっている。

これらの表から判るように、忠実度が低下すると、それに伴って理解容易性も低下し、忠実度が悪いにもかかわらず理解容易性が優れているといった逆転現象はあまり見られなかった。しかしながら、その逆の場合、すなわち、忠実度は悪いが理解容易性の高い文はかなりの程度見られた。

図2にそれぞれの評価を受けた典型的な文の例を、図3に評価時に記入された評価者からのコメントを示す。

理解容易性	忠実度									
	0	1	2	3	4	5	6	不備	合計	割合
1	98	0	9	4	1	2	2	0	116	14.7
2	0	186	8	28	22	11	4	0	259	32.7
3	0	1	35	45	42	17	16	3	259	32.7
4	0	0	20	19	25	10	24	1	99	12.5
5	0	0	5	2	8	6	36	1	58	7.3
合計	98	187	177	98	98	46	82	5	791	
割合%	12.4	23.6	22.4	12.4	12.4	5.8	10.4	0.6		

表1 前半791文の評価結果

理解容易性	忠実度									
	0	1	2	3	4	5	6	不備	合計	割合
1	61	0	7	5	0	3	7	0	83	9.3
2	0	142	22	27	8	13	9	0	221	24.8
3	0	0	138	68	44	26	17	4	297	33.3
4	0	0	10	24	35	16	37	4	126	14.1
5	0	0	0	1	6	7	149	1	164	18.4
合計	61	141	177	125	93	65	219	9	891	
割合%	6.8	15.8	19.9	14.0	10.4	7.3	24.6	1.0		

表2 後半891文の評価結果

理解容易性	前半	後半
	791文	891文
1	14.7%	9.3%
2	32.7%	24.8%
3	32.7%	33.3%
4	12.5%	14.1%
5	7.3%	18.4%

表3-1 前半と後半の比較
(理解容易性)

忠実度	前半	後半
	791文	891文
0	12.4%	6.8%
1	23.6%	15.8%
2	22.4%	19.9%
3	12.4%	14.0%
4	12.4%	10.4%
5	5.8%	7.3%
6	10.4%	24.6%
不備	0.6%	1.0%

表3-2 前半と後半の比較
(忠実度)

5 評価の際の問題点と今後の方向

人間による翻訳の品質評価についての具体的かつ客観的な基準がないことから判るように、機械翻訳の結果を評価する標準的な基準はまだ確立していない。本稿で述べた方法もまだ試行の段階であり、実際の評価作業の中で今後改良してゆく必要がある。特に、以下の点での改良・検討が必要である。

1 理解容易性を、『平均的英米人』が訳文をどれだけ理解できるか、で定義したが、『平均的』の定義があい昧で、評価をする外人によって差がでることが考えられる。特に、科学技術論文のように専門性の高いテキストを翻訳する場合、専門知識をどれだけ持っているかが、評価結果を大きく左右する。極端な場合、その分野の専門家が読者の場合、専門用語の訳さえ正しければ、一応の理解が得られる。今回の評価では、システム自体の翻訳能力を評価するために、電気工学については素人の外人を評価者とした（したがって、専門用語の訳が正しい用語になっているかどうか、については、評価の対象外となっている）。今後、種々の背景知識を持った外人の評価結果を比較検討することにより、個人の影響がどの程度あるかを明らかにする必要がある。

2 今回の評価は、すべて1文を対象とした。したがって、文脈の影響は全くない状態での評価になっている。特に、理解容易性は文脈の有無で大きく評価が変化する可能性があること、代名詞の使用や文体の選択などの修正には、テキストの一貫性を考慮

する必要があること、等から抄録単位での評価が不可欠である。

3 訳文の質や後修正すべき量は、対象とした原文の性質と強い相関がある。簡単な文を対象とした場合に理解容易性や忠実度が高くなるのは当然である。機械翻訳システムの能力の客観的な評価手法を確立するためには、訳文の評価だけでなく原文の難しさを何らかの形式で定量化し、これとの関係で理解容易性や忠実度を論じなければならない。

4 修正容易性の評価は、機械翻訳の利用形態とも密接に関係する。MUSEシステムのように分野の専門家を対象とした情報サービスのシステムでは、修正は文意を伝える最小限の修正で良いが、翻訳結果を正式な印刷物とし、一般的な読者に提供しなければならないマニュアル等の翻訳では、それ以上に訳文の自然さが重要となる。それに伴って、理解容易性の尺度も変化しよう。

5 処理の各段階での誤りや訳文のスタイルの選択等が、理解容易性や忠実度の評価にどのように影響するかを、評価結果を詳細に検討することによって明らかにしてゆく必要がある。

なお、本研究は、科技庁の科学技術振興調整費の補助により行った。また、評価手法の検討・整理、および、実際の評価作業の指示については、インターグループ（株）の藤田 敏正氏の多大の協力を得た。記して、感謝する。

図1 評価用の作業フォーマット

文番号	理解容易性	忠実度	誤訳	失敗	欠落			関係	その他	変換							要追加	備考	注
					6	5	4	要素	節・句	節・句	節・句	節・句	節・句	節・句	節・句	節・句			
009050/	3	3								W		V							C /
010020/	3	2									V	V					前		B /
010030/	3	4					V			V								「and」と訳すべきところ	
010040/	2	4					V											< > が英訳で括弧でいる	
010050/	3	3								T								電位は voltage と訳している	C /
011030/	4	6		V			V	V										主語が 日本文と異なる	
011040/	3	4					V			V								「電圧」の意味不明	D

図2-1 理解容易性の評価の実例

容易性
=1

<rikai-youisei 1> no. 50: e82060091_3_1 (09/19/84, 10/03/84, 10/09/84)

高周波非自統放電中のドリフト電流の大きさ、荷電粒子密度、電場の分布を数値的に研究した。

distributions of size, charged particle density and electric fields of drift currents during the high frequency non-self-sustaining discharge were studied numerically.

<rikai-youisei 1> no. 51: e82060092_4_1 (09/19/84, 10/03/84, 10/09/84)

安定した同時動作アークを実現するための条件を非平衡ブリッジ回路として解析し、計算機を用いて解く。

conditions for realizing stabilized simultaneously-operated arcs are analyzed as non-balanced bridge circuits, and solved by using computers.

<rikai-youisei 1> no. 52: e82060095_5_1 (10/24/84, 10/24/84, 10/29/84)

質量、電荷、運動量およびエネルギー保存式を適当な境界条件下で反復有限差分法によって解く。

mass, charges, momentum and energy preservation formulas are solved by the iterative finite differential method under appropriate boundary conditions.

容易性
=2

<rikai-youisei 2> no. 26: e82060020_3_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)

真空中の誘電体板に入射する平面波の回折により生じる表面波の複素振幅と等価表面電流分布を積分方程式の数値解により見出す。

complex amplitudes and equivalent surface current distribution of the surface waves formed by the diffraction of the plane waves emitted to dielectric plates in vacua are found by numerical solutions of integral equations.

<rikai-youisei 2> no. 27: e82060020_6_1 (09/12/84, 11/02/84, 11/02/84)

平面波到達方向が切線に近いほど不規則部近傍での解の非一様成分振幅は増大、縁による散乱の寄与が増大する。

as the plane wave arrival direction is close to tangents, the nonuniform component amplitude of solutions in the neighborhood of the irregular section is increased, and the number of contributions of the scattering by edges increases.

<rikai-youisei 2> no. 28: e82060021_3_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)

強度ゆらぎに凍結仮説が成立するとき光電子増倍管電流スペクトル密度二乗平均値は周期性をもつ。

multiplier photo tube current spectrum root-mean-square values have the periodicity when freezing hypotheses are established in the intensity fluctuation.

容易性
=3

<rikai-youisei 3> no. 33: e82060024_3_1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)

幾何光学理論を反射波の計算に用いる場合、波源と観測点を与えた時の導体面上の反射点を知る必要がある。

specular points of the conductor surfaces when wave sources and observation points are given have to be known when geometrical optics theories are applied to the calculation of reflected waves.

<rikai-youisei 3> no. 34: e82060025_4_1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)

荷電粒子の運動は準静的共振モードH00の周波数の近くに周波数スペクトルが集中した回折放射バーストをとまうことを明らかにした。

it was done that the motion of charged particles accompanies the diffractive radiation bursts which frequency spectra concentrated in the neighborhood of frequencies of quasi-static resonance mode h 00 be obvious.

<rikai-youisei 3> no. 35: e82060025_5_1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)

放射エネルギーは粒子が共振器結合スロット上を飛ぶとき最大で粒子固有電磁場の非一様性を反映する。

as for the radiation energy it is maximum when particles fly resonator coupled slots, and the nonuniformity of the particle intrinsic electromagnetic field is reflected.

容易性
=4

<rikai-youisei 4> no. 4: e82060011_3_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)

電荷の発生原因は生活環境、産業環境のいたる所にあり、材料や運動経過の他に表面の形状状態や導電率、誘電率、湿度などが重要である。

there are causes of generation of charges, and forms, conductivity dielectric constant humidity of surfaces, and so on are important as well as materials and movement for every place of the living environment industrial environment.

<rikai-youisei 4> no. 5: e82060012_5_1 (09/12/84, 10/30/84, 10/30/84)

真機には軸対称と言えない部分が存在する 경우가多いが、この場合のモデル化には補正係数を導入し、それを非線形反復計算の中に組み入れた。

there were many cases in which the parts exist which 言える in real machine be axi-symmetric but correction factors were introduced for the modeling of this case, and the it was incorporated in nonlinear iterative computations.

<rikai-youisei 4> no. 6: e82060013_4_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)

真横および配列方向から入射した場合、円柱間隔および円柱半径に対する前方、後方散乱断面積および円柱近傍における空間的な合成電界および磁界の等振幅分布を示し、散乱波の特性を明らかにした。

the equiamplitude distribution of the spatial composite electric fields and magnetic fields to intervals of the conducting cylinders and radii of the conducting cylinder in front rear scattering cross section and the neighborhood of the cylinder was shown, and characteristics of scattering waves were done be obvious when the emission was made from sides and array directions.

容易性
=5

<rikai-youisei 5> no. 40: e82060195_5_1 (07/31/84, 08/01/84, 08/02/84)
手作業から自動整形そう入機械までの各種そう入機械を紹介。

manual operation automatic forming machine insertion machine

<rikai-youisei 5> no. 41: e82060200_3_1 (08/09/84, 08/16/84, 08/16/84)
プリント配線自体は集積回路化が進んだが、マザーボード裏の配線は主に巻付け配線である。

mother board reverse integrated circuit printed wiring printed wiring wire wrapping

<rikai-youisei 5> no. 42: e82060200_4_1 (08/09/84, 08/16/84, 08/16/84)
自動機による配線の比率が増大し、手作業の2倍以上になった。

ratios of the wiring by automatic machines increase, and they become.

図2-2 忠実度評価の実例

忠実度
=0

<chujitu-do 0> no. 6: e82060017_3_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)
小規模不均質性をもつ平面不均質媒質からの空間変調波の反射を研究。

the reflection of space modulated waves from the plane nonhomogeneous medium with small-scale heterogeneity is studied.

<chujitu-do 0> no. 7: e82060017_7_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)
ランダム不均質成層媒質からの周期変調信号の反射特性を研究。

reflection characteristics of periodically modulated signals from media of random nonhomogeneous layers are studied.

<chujitu-do 0> no. 8: e82060018_2_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)
2つのはん関数の順序積の平均値。

mean values of ordered products of two functionals.

忠実度
=1

<chujitu-do 1> no. 18: e82060018_6_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)
応答の高次平均が順序キュミュラントで表現され、物理系のGauss特性を最大限利用できる。

high-order averages of responses are expressed by the ordinal cumulant, and the gauss characteristic of physical systems can be utilized to the utmost.

<chujitu-do 1> no. 19: e82060019_2_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)
横波の半影域内での電磁場の一様漸近特性。

uniform asymptotic characteristics of electromagnetic fields in half shadows of transversal waves.

<chujitu-do 1> no. 20: e82060019_4_1 (09/12/84, 10/03/84, 10/09/84)
反射場ポテンシャルの正解の漸近特性の解析により横波の半影域からの任意の距離で成立する場の一様漸近式を得た。

uniform asymptotic equations of the fields established in arbitrary distances from the half shadow region of transversal waves by the analysis of asymptotic characteristics of correct answers of the reflection field potential were obtained.

忠実度
=2

<chujitu-do 2> no. 26: e82060044_2_1 (09/13/84, 10/09/84, 10/09/84)
加速された荷電場のブラデオン部分とタキオン部分への分解。

the analysis of accelerated charged fields to bradyonic and tachyonic parts.

<chujitu-do 2> no. 27: e82060045_3_1 (09/14/84, 10/09/84, 10/09/84)
円形加速機中の電子の角度分布を知ることが電子ビームの動力学的研究及びいくつかの応用にとって重要である。

it is important from research and several applications of dynamics of electron beams to know the angle distribution of electrons in circular accelerators.

<chujitu-do 2> no. 28: e82060046_5_1 (09/13/84, 10/09/84, 10/09/84)
カットオフ下の電流密度は電圧とギャップ距離の関数で与えられ実験と相反する。

the current density under the cutoff is given by functions of voltages and gap distances, and the current density under the cutoff contradicts experiments.

忠実度
=3

<chujitu-do 3> no. 27: e82060070_4_1 (09/14/84, 10/03/84, 10/09/84)
実現条件には行列が含まれ、多変数と単一変数の回路網間の基本的差を強調する。

realization conditions include matrices, and basic differences between single-variable networks are stressed multivariable.

<chujitu-do 3> no. 28: e82060071_4_1 (09/14/84, 10/03/84, 10/09/84)
スレーブ側の結線方法、スレーブへの要請など概要を述べた後、いくつかの論理構成の例を示す。

several examples of the logical composition are given after describing outlines such as requests of the slave side to the method for connection slave.

<chujitu-do 3> no. 29: e82060072_5_1 (10/08/84, 10/08/84, 10/09/84)
次に、診断機能について議論した後、将来の拡張性及びシステム素子の生産販売状況について述べる。

next, production and marketing situations of the future expansibility and system elements are described after discussing diagnostic functions.

忠実度
=4

<chujitu-do 4> no. 32: e82060071_5_1 (09/14/84, 10/03/84, 10/09/84)
次にスレーブ論理を実行するはん用のアドレス論理回路とデータ制御回路を示す。

address logical circuits and data control circuits the slave logic is executed next address logical circuit data control circuit are shown.

<chujitu-do 4> no. 33: e82060075_4_1 (09/14/84, 10/03/84, 10/09/84)

測定端出力をディジタル化処理して誤差修正を行うが、ケーブルコネクタ間の反射係数、不整合時の損失などの測定例を述べ、精度にも言及した。

the measuring terminal output is ディジタル化処理ed, and the error correction is carried out, and measurement examples such as reflection coefficients between cable connectors and losses of 不整合だ 時 are described, and the accuracy is also referred to.

<chujitu-do 4> no. 34: e82060079_4_1 (09/20/84, 10/03/84, 10/11/84)

方法としては有限差分法を用い、関連式は電磁界法則の積分形によった。

related equations were based on the integral type of laws of electromagnetic field as methods by using finite differential methods.

忠実度
=5

<chujitu-do 5> no. 13: e82060051_8_1 (09/13/84, 10/03/84, 10/04/84)

D C解の一意性、自励振動回路網のある与えられた領域での漸近安定性を論ずることができる。

the asymptotic stability in the regions by which there is an unique self-excited vibration network of the dc solution and for giving the unique self-excited vibration network of the dc solution can be discussed.

<chujitu-do 5> no. 14: e82060054_7_1 (10/24/84, 10/24/84, 10/24/84)

この条件は、よく知られている線形、時不変、集中定数 n ポート回路網の時間域、周波数域の受動性、無損失条件の非線形な場合への拡張となっている。

this condition becomes the expansion of passivity and losslessness conditions of time region and frequency region of linear and time-invariable well known concentrated constant n-port networks to nonlinear cases.

<chujitu-do 5> no. 15: e82060056_6_1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)

この方法では電気回路の解析は主としてシステム方程式を使って行う。

electric circuits are 解析ed by using system equations mainly by this method.

忠実度
=6

<chujitu-do 6> no. 62: e82060176_5_1 (09/17/84, 09/17/84, 09/17/84)

全体で100 km以上のA I 管の長さになるが、接合及び施工法を示し、A I の特徴を生かした応用例として紹介。

it becomes the length of ai tubes of 100 km or more in wholes, and junctions and installation methods are shown, and introduced as application examples utilizing features of the ai.

<chujitu-do 6> no. 63: e82060182_3_1 (07/30/84, 08/01/84, 08/02/84)

Peter Jordan 社が発売したCADソフトウェアは完全自動式で、夜間に無人で設計計算を行なうことも可能。

peter jordan software software night design calculation

<chujitu-do 6> no. 64: e82060182_4_1 (07/30/84, 08/01/84, 08/02/84)

従来の対話式システムと異なり、ピン位置を手でディジタル化、入力する必要がない。

pin positions are digitized be manual, and they do not have to be inputted unlike conventional interactive systems.

<chujitu-do 6> no. 65: e82060188_3_1 (07/30/84, 09/20/84, 09/20/84)

はんだ付けにさいし界面で標記の化合物が形成される。

interfaces form above-mentioned compounds in the soldering.

図2-3 忠実度は悪くないが、理解容易性の低い文

<rikai-yousei=5 & chujitu-do=2> no. 2: e82060078_3_1 (09/19/84, 10/03/84, 10/09/84)

高い透磁率をもつ無限の導電媒体上の零相電流の流れる導体のインピーダンスの計算を簡略化するため、媒体を等価な浸透深さの層とし、それを分割して計算する方法を提案した。

methods of making media layers of equivalent permeation depth and of dividing it and of calculating are proposed in order to simplify the calculation of the impedance of the conductors in which zero-phase currents of conducting media of the infinity with high permeabilities flow.

<rikai-yousei=5 & chujitu-do=2> no. 3: e82060088_2_1 (09/20/84, 10/03/84, 10/09/84)

真空火花のマイクロピンチの力学の実験的研究。

experimental researches of dynamics of micropinches of vacuum sparks.

<rikai-yousei=5 & chujitu-do=2> no. 5: e82060195_3_1 (07/31/84, 08/01/84, 08/02/84)

プリント配線にリード線つき電子部品を取付けるための、リード線整形加工作業の概観。

outlines of the lead wire forming work for mounting electronic components with lead wire on the printed wiring.

図2-4 理解容易性は高いが、忠実度において劣っている

<rikai-youisei=1 & chujitu-do>=4> no. 1: e82060040_6_1 (09/13/84, 10/09/84, 10/09/84)
平均場の乱流保存性媒質との相似性を考察。

turbulence preservation media and similarity of mean fields are studied.

<rikai-youisei=2 & chujitu-do>=4> no. 29: e82060182_2_1 (09/18/84, 09/19/84, 09/27/84)
プリント配線のCADとCALAY (コンピュータ自動レイアウト)。

calay (computer aided layouts) of the printed wiring.

<rikai-youisei=2 & chujitu-do>=4> no. 31: e82060188_3_1 (07/30/84, 09/20/84, 09/20/84)
はんだ付けにさいし界面で標記の化合物が形成される。

interfaces form above-mentioned compounds in the soldering.

<rikai-youisei=2 & chujitu-do>=4> no. 32: e82060189_3_1 (07/30/84, 08/01/84, 08/02/84)
標記方法により絶縁材を取り除くComco社製マイクロ吹付け加工装置の使用方法について解説。

the usage of the microabrasive blowing units produced by comco co. which remove insulating materials by subject methods is explained.

図2-5 修正容易度評価の実例

7-7A

<chu-kigou a> no. 11: e82060056_3_1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)
電気回路の計算機によるレイアウトでは力のモデルが有用である。

models of the force are useful in layouts by computers of electric circuits.

<chu-kigou a> no. 12: e82060057_7_1 (09/14/84, 10/03/84, 10/09/84)
理論的な解析結果と実験結果とを比較し、この解析方法の妥当性を明らかにした。

the comparison was made to the theoretical analysis results and test results, and the validity of this analysis method was done be obvious.

<chu-kigou a> no. 13: e82060059_5_1 (09/14/84, 10/03/84, 10/15/84)
与えられた正規双直交系を含む正規双直交基底の構成法に関して、具体的な構成法を示すことにより補題を証明。

lemmas are verified by showing specific constitution methods about constitution methods of the normal double orthogonal bases which include given normal double orthogonal systems.

7-7B

<chu-kigou b> no. 13: e82060031_4_1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)
この磁界構造においては、後進波も伝搬できる。

backward waves can also be propagated in this magnetic field construction.

<chu-kigou b> no. 14: e82060041_6_1 (10/03/84, 10/09/84, 10/09/84)
平面波入射でコヒーレンス関数は実関数であり逆散乱が反射波平均強度を増大させる。

coherence functions are real functions in the plane wave incidence, and the reverse scattering increases the reflected wave mean intensity.

<chu-kigou b> no. 16: e82060051_7_1 (09/13/84, 10/03/84, 10/04/84)
この新しい回路網のクラスにおける性質から、いくつかの応用も示す。

several applications are also shown by properties in classes of this new network.

7-7C

<chu-kigou c> no. 20: e82060062_4_1 (09/14/84, 10/03/84, 10/09/84)
イミタンス関数の零点は任意の左半面に位置すると仮定する。

it is assumed to locate zero points of imittance functions at arbitrary left halves.

<chu-kigou c> no. 21: e82060064_5_1 (09/14/84, 10/03/84, 10/09/84)
また、 ω , Q と感度との関連については、グラフで示す。

then, it is shown by graphs about ω , Q , sensitivity and relation.

<chu-kigou c> no. 22: e82060065_5_1 (09/14/84, 10/03/84, 10/09/84)
弧を利用した場合よりも解析は簡単化できることを確認。

it is confirmed that the analysis can also be simplified further than the cases in which arcs were utilized.

図2-6. 誤解釈度の評価の事例

7-7P

<chu-kigou p> no. 2: e82060029 4 1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)
この問題は対数特性をもつ一階の積分方程式の解法に帰着される。

this problem is reduced to the solution of integral equations with logarithmic characteristics of first order.

<chu-kigou p> no. 3: e82060037 3 1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)
長い直線状導体に、方形の電流パルスを通した場合に生ずる表皮効果を研究。

the skin effects are studied which are produced in long linear conductors when rectangular current pulses were passed.

<chu-kigou p> no. 4: e82060052 2 1 (09/13/84, 10/03/84, 10/04/84)
大規模回路の節点解析における基準節点の選択に関する数値的特性の検討。

the study of the numerical implication about the selection of reference nodes in nodal analyses of large circuits.

7-7Q

<chu-kigou q> no. 3: e82060052 3 1 (10/12/84, 10/12/84, 10/12/84)
N端子回路の特異行列表現の代数的特性については多く議論されているが、数値的性質からの検討はない。

the discussion is often made regarding algebraic characteristics of the peculiar matrix expression of the n terminal circuit but there is no study according to numerical properties.

<chu-kigou q> no. 4: e82060063 2 1 (09/14/84, 10/03/84, 10/09/84)
集中/分布回路網の時間および周波数領域における状態空間解析。

state space analyses in time and frequency domains of lumped/distributed networks.

<chu-kigou q> no. 5: e82060072 5 1 (10/08/84, 10/08/84, 10/09/84)
次に、診断機能について議論した後、将来の拡張性及びシステム素子の生産販売状況について述べる。

next, production and marketing situations of the future expansibility and system elements are described after discussing diagnostic functions.

7-7R

<chu-kigou r> no. 1: e82060023 7 1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)
さらに、時間の矢の根源としての、宇宙の初期条件を考察する。

further, initial conditions as origins of arrows in the time of the space are studied.

<chu-kigou r> no. 2: e82060025 3 1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)
理想導体による開いた円筒の近くでの平面無限一様電子流の運動により発生する放射を与えられた電流の近似で研究。

it is studied by approximations of the currents to which the radiation generated by the motion of plane infinite uniform electron flows by ideal conductors in holding cylinders was given.

<chu-kigou r> no. 3: e82060027 3 1 (09/13/84, 10/03/84, 10/09/84)
平行平面電界内に置かれた円筒形の誘電体の高周波加熱の際の発生熱量を計算した。

calorific values in case of the high-frequency heating of dielectrics of the cylinder type placed parallel plane electric fields were calculated.

図3 評価者の作業例

NO. 367: E82060107 4 1 (07/30/84, 08/01/84, 08/02/84)

交流電流放電における限界体積エネルギー蓄積に関するデータを求め、放電の安定性に対するバラスト容量の大きさ、電極間距離、交流振動数の効果に関する問題を初めて解析した。

The data about the limit volume storage in the AC current discharge is obtained, and problems about effects

on the stability of the discharge of the size, the distance between electrodes and AC vibrations of the

ballast volume are analyzed for the first time.

NO. 368: E82060108 2 1 (07/30/84, 08/07/84, 08/07/84)

熱陰極低気圧放電での二重ソースの流体力学的記述。

fluidomechanic descriptions of double sheath in the hot cathode low-pressure discharge.

[* 実物ではコメントの種類別に色分けにある]