

線分長とのクロスモダリティマッチングによる ラウドネス連続評価について

—マッチング結果の記述法について—

加藤 徹*・難波精一郎**・桑野園子***

Continuous Judgment of Loudness by Cross-Modality Matching Using Line Length —A Method for Describing Matching Results—

Tohru KATO*, Seiichiro NAMBA** & Sonoko KUWANO***

要 約

本稿では、線分長とのクロスモダリティマッチングについて、現在指摘できる問題点について述べ、そのうちから、音の物理量とラウドネスの表現となる線分長との対応関係を、連続判断の特徴を生かして評価する方法を取りあげ検討した。時間軸上に設定した一定幅の時間窓の中での両者の対応関係を、窓の位置を時間軸に沿って移動させながら相関係数とそれを最大化するために必要な時間補正量により解析する方法を中心的に検討した。その結果、連続的ラウドネス判断について幾つかの示唆が得られ、この方法の有効性が示されたと考えている。

キーワード：ラウドネス・連続判断・線分長・クロスモダリティマッチング

* 追手門学院大学人間学部 (Faculty of Humanics, Otomon Gakuin University)

** 宝塚造形芸術大学 (Takarazuka University of Art and Design)

*** 大阪大学人間科学部環境心理学講座 (Department of Environmental Psychology, Faculty of Human Sciences, Osaka University)

はじめに

我々を取り巻く環境からの感覚刺激は時間軸上で変動するものであり、それに対応する感覚印象も同じ軸上で連続的に変化している。知覚研究で対象とされる刺激については、従来からの定常的刺激から変動刺激へと範囲が拡大されてきたが、それに対して求められる心理判断の範囲は、極めて限られたままに残されている。実験的手法は、実験環境の統制によって刺激と反応の対応関係を抽出しようとするものであるが、一方でそれは実験室内の心理学的環境を日常生活とはかけ離れたものとする危険性を持つ。従来よりも複雑な刺激を統制できることは一つの進歩であるが、刺激の複雑化は心理学的環境を質的に変化させるのであって、心理反応の方にもそれに対応できる変化が求められているのである。従来よりもさらに自然な反応記録法を多様に開発することは、心理実験の妥当性に関わる問題であると考えられる。

難波、桑野は早くから、連続的に変化する刺激に対する心理的印象の連続評価の問題に取り組んでいる (e.g. Namba & Kuwano, 1980; Kuwano & Namba, 1985)。彼らが開発したカテゴリ連続判断法は騒音評価にとどまらず、音質評価や(難波、桑野、二階堂, 1982)、さらに音楽の聴取最適レベル測定にも適用されている (荒川 他, 1995)。

同じ目的で彼らが開発したもう一つの方法が、線分長とのクロスモダリティマッチングである (Namba, Kuwano & Fastl, 1988)。この方法は騒音評価や音のラウドネス評価 (加藤、難波、桑野, 1993, 1994 a, 1994 b) への適用が検討されてきたが、さらに聴覚的情景分析にも適用が試みられている (難波、桑野、加藤, 1995)。

ところで、この方法の持つ意義は別として、その開発過程では解決すべき多くの問題が生じる。現実の開発過程は、それらの問題に対する課題解決の積み重ねである。ラウドネスと線分長の連続的クロスモダリティマッチングで、どのような点が問題となるかについてはすでに他所で多少触れているが (加藤、難波、桑野, 1994 b)、ここに再度まとめておく。

(1) 線分の変化範囲と変化速度：クロスモダリティマッチングでは調整する側のモダリティの変化範囲が被験者によって真の幅よりも狭くされる傾向があり、これが regression と呼ばれる反応バイアスを生じるといわれる (Stevens, 1975)。線分長を被験者に提示する場合、ラウドネス変化を十分に内に含むことのできる範囲の長さが必要である。Magnitude Estimation で使用される数値とは異なり、線分長を提示する場合には変化範囲の両端が固定されてしまう。反応バイアスを避けるためにはどれほどの線分の長さが必要なのであろうか。

また、線分の変化範囲と調整速度は無関係とは考えられない。本来、線分の調整速度はいくら速くとも速すぎることはないと思われる。もし、ラウドネス変化の早さに対して線分長の調整にかかる時間が長い場合には、その影響は計り知れないであろう。しかし、そのような場合

でも被験者は習熟によって、比較的狭い線分の変化範囲のなかにラウドネス変化をおさめてしまうことを可能にするかもしれない。

(2) 線分の操作方法：上記の問題は結局、具体的な線分の提示法と線分長の操作法に帰着する。とりあえずは、被験者の線分長調整にあたって不自由さを感じさせないことが目標となる。我々は幾つかの予備実験を行い(加藤, 難波, 桑野, 1993, 1994 a), パーソナルコンピュータのモニタ上への線分提示と、ボール径の比較的大きなトラックボールによる線分長の調整を採用しているが、これが最良であるとはいいきれない。これはいわゆる man-machine interface の問題であろうが、特定の操作をスムーズに実行させるために一つのハードウェアを与えても、人間の側がそれに慣れるに従って、全体状況が最初とは異なってしまうことがあり得る。その意味からも、操作法については常に改善の余地が生じる。線分長の調整を直接被験者には行わず、あらかじめ設定したマッチング方式で変動音と線分長を提示し、被験者にはその適合度判断を求める方法も検討しているが(加藤, 難波, 桑野, 1994 b), そこでなされる判断が、直接マッチングを行う場合と同質のものになるかどうかを評価する必要がある。

(3) 刺激と反応の時間的同期：反応には常に反応時間による遅れが生じる。これをどのように補正すべきであろうか。これまでは、刻々の線分長は刻々のラウドネスに対応しているとみなし、刺激の物理的側面と線分長で表現されたラウドネスとの対応関係を全体として捉えることが第一目的であったため、一定のサンプリング時間毎の計測値からなる刺激の物理量全体と、同じサンプリング時間で測定した線分長全体の間で、線分長データを1サンプリング時間づつ時間的に前にずらしながら相関係数を繰り返し求め、それが最大となる時点を探すことで補正を行ってきた(加藤, 難波, 桑野, 1993, 1994 a, 1994 b)。当然、各時点でのこまかな時間的同期は無視した処理であって、得られるデータ数が多いだけに時間的同期をより詳しく表現する方法を検討する余地が残されていると考えられる。

(4) 従来の評価法との関係：新しい測定方法の評価に際してはまずある程度の量のデータが必要になるが、従来から使用されている判断方法による結果との比較が可能であれば得られる情報は大きい。しかし、連続判断法は従来のものとは全く異なる判断方式であるため、比較対象は限られたものにならざるを得ない。考えられるものは、カテゴリー連続判断や、継時的 Magnitude Estimation 法 (Scharf, 1983) との比較であり、いずれ実施する必要がある。さらに、全体判断と部分判断との関係を調べるという形でも、この問題を検討する余地があると考えられる。現在、カテゴリー連続判断については、この形式の検討が始められている (Namba, Kato & Kuwano, 1995)。

(5) その他の問題：本来長さは数値感覚に極めて近い感覚属性であると考えられている。従って物理量との関数関係はベキ関数で近似できるはずであり、それを示すデータも得られている(加藤, 難波, 桑野, 1994 a)。しかし、これまで得たデータの全てでベキ関数が成立してい

るわけではなく、対数関数に従うと見なせる場合もすくなくない(加藤, 難波, 桑野, 1994b)。感覚測定にとっては基本的な問題であるが, このような不一致を生じる原因として, 刺激物理量の変動の様相が考えられている(加藤, 難波, 桑野, 1994b)。これについては, 更に実験的検討が求められている。また, 物理量や反応量を記述する際の時間窓をどの程度にとるべきかについても, 検討が必要である。

このような問題点は, 互いに影響しあう場合が多いと考えられ, この方法を繰り返し使用していくなかから解決を求めていかねばならないであろう。しかし, そのためにもデータを記述し解析を進めるための適切な方法を確立しておく必要がある。そこでここでは, 刺激と反応の時間的同期の記述方法を中心とした検討を加える。

刺激と反応の時間的同期

これまで我々は刺激量と反応の間の相関係数を基本的指標として使用している。前述のように, 反応時間の補正として, 相関係数を最大とするような反応の前倒しを時間軸上でおこなっている。刺激全体と反応全体の間ではこの操作は容易に行うことが可能で, 補正時間は被験者間では個人差がみられるものの, 被験者内では比較的安定している(加藤, 難波, 桑野, 1994a)。また, これまでに使用した人工変動音(加藤, 難波, 桑野, 1994a), 道路交通騒音, 航空機騒音, 鉄道騒音(加藤, 難波, 桑野, 1994b)といった音では, 相関係数の局地的最大化もほとんどみられない。従って, 刺激の物理量と反応量の間で全体的関数関係を求めようとする場合には, この方法で十分に対応できると考えている。同じことは, カテゴリー連続判断についても観察されている(Kuwano & Namba, 1985)。しかし, 複数の事象からなる音刺激, 即ち, 複数の自動車が不規則な時間間隔で通過していくといった音刺激では, 個々の事象毎に刺激と反応の対応関係を問題にしたいとなるが, この場合にはどうなるであろうか。

複数の事象からなる音系列であっても, 個々の事象が空白期間や背景騒音で切り離されている場合には, 同じ方法が使用できる。各事象毎に, その事象のみを含む反応区間との間で相関係数の最大化処理を行えばよい。これに対して, 個々の事象が重なり合って完全に分離できない場合や, 単独の事象であっても変動が長時間に渡る場合, 即ち, 生起した音が途中で消滅することなく強くなったり弱くなったりといった変化を繰り返す場合には, さらに工夫が必要となる。目標とする事象を中心として, 前後の他の事象との重なりや, その変動部分に前後する変動箇所が多少含まれる区間で反応との相関を最大化し, その後に目標とする事象に対応する反応のみを切り出すといった工夫である。各事象についてこの操作を繰り返し, 必要とされた補正時間を比較することにより, 反応時間の変動に関する情報を得ることが可能となるかもしれない。

加藤：線分長とのクロスモダリティマッチングによるラウドネス連続評価について

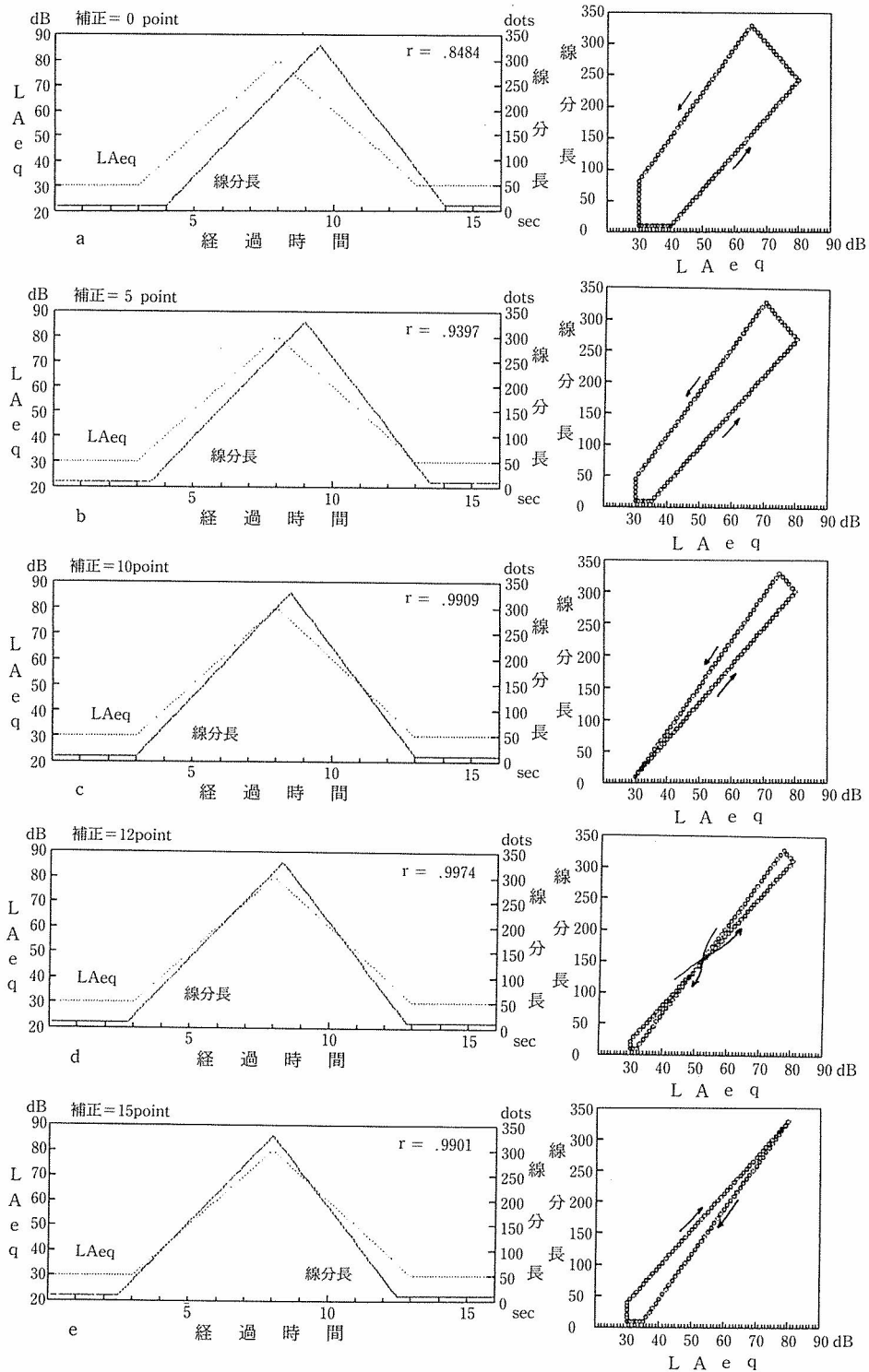


図1 相関係数による反応の時間補正の例

ところで、この方法は一定区間の刺激と反応全体の情報により、一つの指標を最大化するものであるから、その区間内の対応関係の変動を記述することは困難であると考えられる。図1-aに示すような単純な強さ変化に対しても、反応の方はより複雑な振る舞いをする可能性がある。強さが増加する部分では、反応も多少の時間遅れを伴って増加するであろう。ところが、強さのピークの検出はピークが過ぎ去った後でなければ不可能である。音の強さが弱くなったことが知覚された時点で、さっきがピークであったと知覚されるのである。ここでは、それまでの反応時間以上の遅れが反応に加えられる。この反応の遅れは、音の強さが弱くなる部分に対する反応にも影響を与える。被験者は反応の遅れに気づき、それを取り戻そうとするかもしれない。あるいは、反応を弱めようとしたときには、刺激の強さは既にかなり弱いものを感じられているかもしれない。とりあえず、ピークの検出で新しく加えられた遅れが、強さが減少する過程の終了までに解消されるものとして反応を作成すると、音の大きさを表現する線分長は図1-aに示すようなものになる。

この刺激と反応の間に上述の相関最大化による補正を施すと、刺激と反応の対応関係は遅れ時間の大きさに従って図1-bから1-eのように変化する。ここで生じる変化は、タイムパターンよりも散布図によく示される。この反応についての上述の仮説からいえば、図1-cに示す10ポイントずらした場合の対応が求めるものであるが、相関係数最大化の手法を適用するとず1-dの対応関係が得られることになる。わずか2ポイントの相違であるが、散布図上での印象は相当に異なったものになる。さらに、3ポイントばかり過剰な補正が行われると図1-eのような図1-cとは対照的なパターンが生じる。図1-c, d, eでの相関係数の相違は極めて小さなものであることに注意すべきであろう。このような刺激の単純な変化では、散布図上で反応の軌跡をたどることが可能であり、時間軸上での刺激と反応の対応関係の変化について情報を与えてくれると考えられるが、それだけにどのような補正を採るかが極めて重要になってくる。実際の反応には、さらに多くの変動が介入していると考えられるため、この問題はより複雑なものになってくる。

複数の音事象系列での刺激と反応の時間的同期

連続判断での被験者の反応時間は、現実には、刻々に変動していると考えべきであろう。数十秒間に渡って次々に生じる音のラウドネス変動を、線分長とのクロスモダリティマッチングで求める場合、ある時点での線分長の調整には、その時点での音の強さのみならず、それに先行する強さ変動の速さや幅が影響していると考えるのが自然であるし、それから先の変化についての被験者の予測なども影響する可能性がある。自然界では、ある時点で大きさを増した音はいずれ小さくなるものであるし、ある程度を越えて小さくなった場合にはその音を生んだ

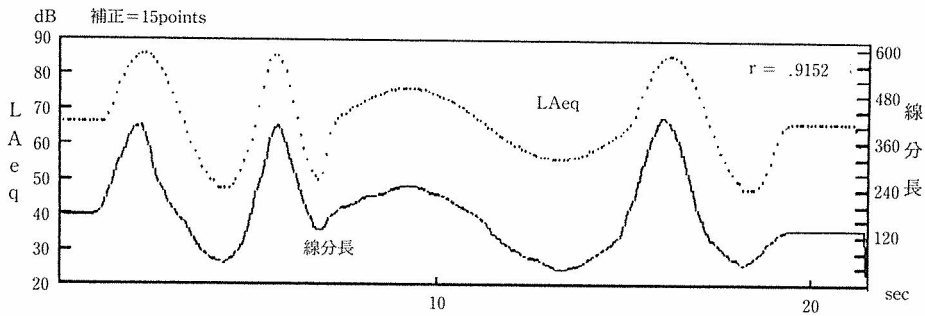


図2 複数の事象系列でのマッチング結果の1例

事象は終了した、即ち、その音は消滅するとみなされるであろう。音のラウドネスの増加に対応する心理過程と減少に対応するそれとは異なっている可能性が考えられる。こういったことも、線分長の調整に影響を与えるものかもしれない。反応に対してこれら多くの要因が占める重みは各時点毎に異なっているであろうから、データからこの関係を記述することは困難を極める。

図2には、複数のラウドネス変動事象からなる音系列を刺激としておこなったラウドネスと線分長とのクロスモダリティマッチング結果の一例を示す。刺激は周波数400Hzの純音をdB値で正弦波的に振幅変調して作成した。図2には、100msec毎のLAeq値で変調のエンベロープを示してある。この系列は4種類の振幅変調がつなぎ合わされたもので、先頭から周期4sec変調幅19dB、2sec19dB、8sec10dB、4sec19dBであり、先頭に2sec、最後に2secの定常部分をつけてある。作成にあたっては、キャリア信号をディジタル関数発生器(NF electronic instruments DF-191)で発生させ、それをパーソナルコンピュータ(NEC PC-9801DA)で制御するアテネータで振幅変調しDAT(Pioneer D-07)に記録した。これをアンプ(SONY F222 ESJ)からヘッドホン(STAX SRD-X Pro., SRA-Pro.)を通じ防音室内の被験者に提示した。被験者の顔前約1mにはパーソナルコンピュータ(NEC PC-9801DA)の14inchモニターが置かれ水平の線分が提示されるが、被験者はトラックボール(Arvel PaPa)を操作して音の刻々のラウドネスに最もふさわしいと感じられる長さにこれを調整する。調整結果は100msec毎にコンピュータに記録した。刺激音の100msec毎のLAeq値は、ヘッドホン出力をダミーヘッド(高研 SAMRAI)から計測用アンプ(B&K 2610)に通し、長時間Leq測定器(ADシステム)により測定したものである。

図2に示した線分長の反応例は、この判断方法に極めて習熟した被験者のものであり、この刺激に対しては15回繰り返した最後の反応である。単位は線分のモニター上の描画に要したドット数である。全体として相関が最大になるよう時間補正を施したものであるが、刺激と反応の

タイムパターンは一見良好な一致をみせている。しかし、細部では反応の変化が刺激変化に先行して生じるという矛盾が散見される。さらに、これを図3に示す散布図でみると、同じ LAeq 値に対する線分長は相当変動していることがわかる。特に興味を引くのは、図2の3番目の変調に対する調整結果であり、ここでの LAeq 値の減少は他の部分に比べ10dBも少ないのに、最も短い線分長が当てられている、即ちラウドネスは最も小さいと判断されていることである。この種の音では被験者は最初音の強さ変化に線分長の変化を同期させることに追われ、線分長の絶対量の調整にはある程度の習熟が必要になるのは事実であるが、この被験者の習熟度は高く、かつラウドネス判断にも習熟している。しかも、この箇所での変調周期は系列のなかで最も長い。これらを合わせて考えると、この反応はラウドネス反応の特性の一つを捉えている可能性もある。

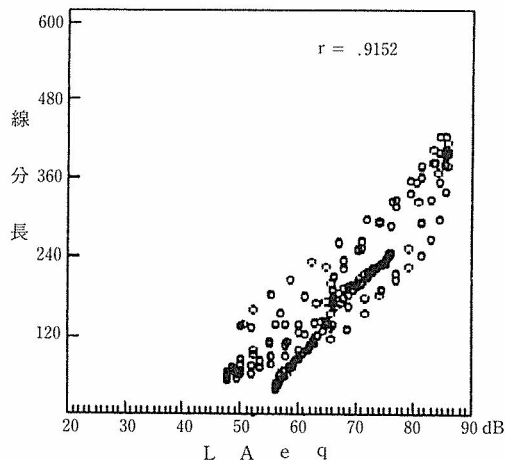


図3 LAeq 値と線分長の散布図

このような問題を追求するためにも、各部の反応が刺激のどの部分に対応している可能性が高いかを表現する方法が望まれるのである。

相関係数のような記述統計量は、2変量間の一定数の観測値から求められるものであるから、これによって上述のようなダイナミックな関係を表現することには限界があるが、直感的に理解しやすい形式で関係を記述することも重要であろう。ここでは、相関係数を利用して、刺激と連続判断の対応関係を分析することを試みた。

試行錯誤を重ねた結果、次の仮説を設けてみた。まず、十分に習熟した被験者は、基本的にラウドネスと線分長のクロスモダリティマッチングが可能であると考えられる。被験者の反応は、反応時間による遅れはあるものの、必ず反応時点に先行する刺激のある部分に対応している。さらに、反応時点はいわゆる心理的現在であって、そこには複数の観測値が含まれるものと考え

える。

このような仮説に従えば、反応時間の増減を調べることにより、刺激と反応の同期状況を表現できる可能性が生まれる。被験者がラウドネス変化に線分の長さを当てはめる作業に成功している間は、ほぼ一定の反応時間でマッチングは経過していくであろうが、線分の調節やラウドネス判断自体に失敗するとそこからの復帰のために反応時間は長くなるであろう。あるいは、被験者はそれまでの反応を打ち切って新しくマッチングを開始するかもしれないが、その時には反応時間は短くなるであろう。そういった振る舞いは、ときには相関係数をさほど低下させずに作業を回復させるかもしれないが、一時的に相関が低下する場合も生じるであろう。

そこで、上述の実験から得られた線分長データの上に時間窓を区切り、そこに含まれる反応が最も高く相関する刺激が時間軸を何ポイント遡ったものになるかを求めてみる。これを時間窓の位置を100msec 毎にずらしながら、かつ 1 sec から 3 sec の範囲で時間窓の幅を変化させて求め図示したものが図 4 である。時間窓の幅が短い場合には、最大の相関を与えるために必要な時間補正量は大きく変動するが、窓が長くなると変動は少なくなる。これは、相関算出に使用するデータ数が時間窓の幅に対応して増減するための、いわば当然の現象である。このような不要な変動は抑え、ラウドネス判断に関する情報を与えてくれる変動を残すことができるような時間窓の幅を選択しなければならない。図 4 の例では、相関係数は大部分の箇所で .99 前後の極めて高い値を示しているが、その算出に要した時間補正量の方はかなりの変動を示している。時間窓の幅が 3 sec の場合ではほとんど補正量の変動はみられず、1 sec では逆に細かな変動が眼につきすぎる。最初の検討には 1.5sec から 2 sec の結果を採り上げるのが適当と思われる。これは心理的現在にも適った時間幅であろう。

時間補正量は、刺激と反応全体の相関を最大にするために要した補正量を中心にして、前後に変動している。この図で補正量が大きくなることは、全体として相関を最大にするよう反応をスライドさせたタイムパターンよりも、その時点の反応を更に時間軸を遡るよう左にスライドさせる必要があることを意味している。補正量が小さくなることは、その逆を意味する。

そのように見た場合、最も解釈しやすいのは、2 番目と 3 番目の変調の連結点で生じている補正量の現象である。先行する振幅変調はこの刺激系列のなかでは最も速度が速いものであり、被験者の線分調整がエンベロープの谷底に到達しないうちに音の強さは増加し始めてしまう。その時点で被験者は、線分長をマッチングする対象を、ラウドネスが最も小さくなる部分をスキップして、ラウドネス増加部分へと切り替えてしまうのである。被験者がこの操作を意図的におこなっているのか、あるいはこのようなラウドネスの変化過程ではラウドネスの谷底が知覚され難いのかは、将来に追求すべき問題である。

次に眼につくのは、3 番目の変調部分で補正量の変動が大きくなっていることである。この部分の変調速度は最も遅く、かつ変調幅は最も狭くなっている。結果として、最もラウドネス

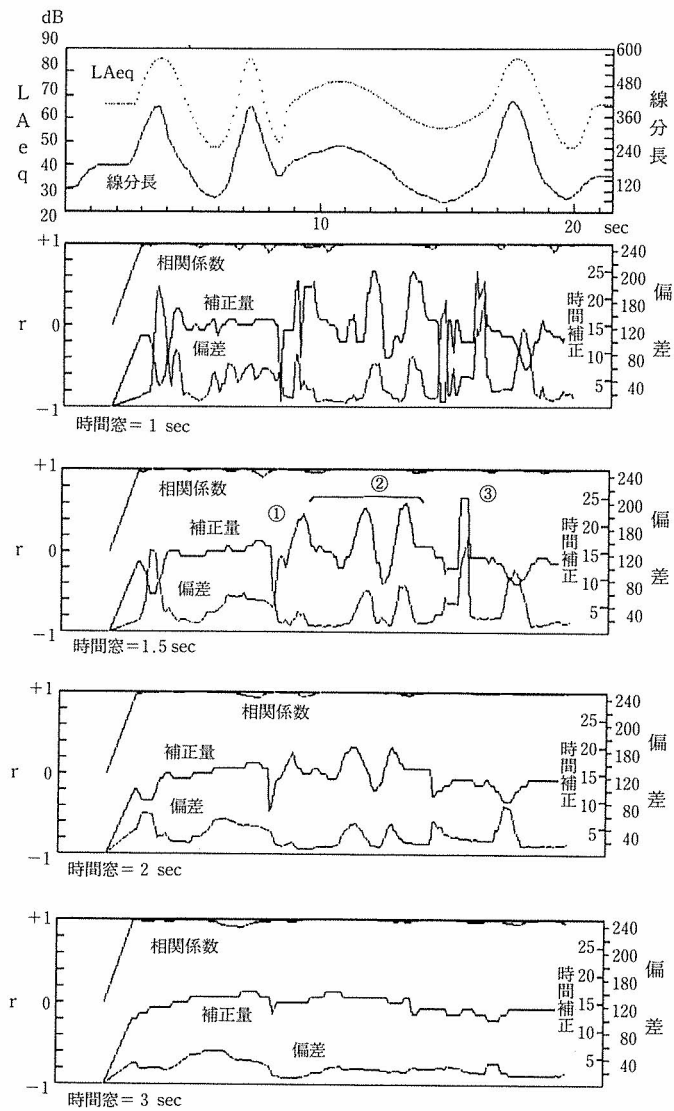


図 4 各時間窓での相関最大化に要した補正量と偏差の例

加藤：線分長とのクロスモダリティマッチングによるラウドネス連続評価について

変化の分かり難い部分である。このような緩やかで変化の少ないラウドネスに対して線分長を調整し続けることは、相当に困難な作業であると解釈できる。この点についても、原因がラウドネス判断自体にあるのか、線分長を調整する運動面にあるのかは、将来の問題として残されている。

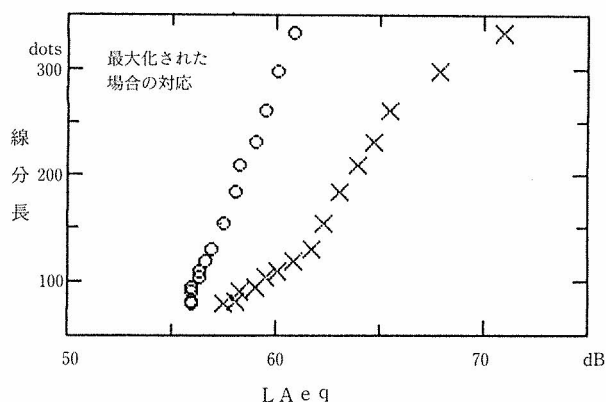


図5 最大化された位置での相関と8ポイント手前での相関

最後に、時間窓が1.5sec 以下の場合には、3 番目の変調部分の最後にも、短い大きな調整時間の増加が示されている。この部分については、より細かな解析が必要である。図5 には、ここに含まれる1カ所での線分長とLAeq 値との実際の相関関係と、そこから反応を8ポイントもどした場合の相関関係を示してある。いずれの場合にも、線分長とLAeq 値は単調増加しているのであるが、直線性に差が生じている。これがラウドネス判断に関して何を意味するかについては、現在のところ判断を下すことはできないが、この指標が物理量と心理量間での比較的細かな変化の相違を検出していることを示すものと考ええる。

図6 には、別の2名の被験者について1.5sec の時間窓で分析した結果を示す。これらの被験者では、全体で求めた相関係数はそれ程高くはないが、これはラウドネスを線分長で表現することにまだ充分習熟していないためである。しかし、時間窓内での相関を最大化するために必要な時間補正量の変動には、上で指摘した3つの特徴が同様に見られている。

考 察

ここで記述しようとした過程は、本来極めて流動的なものであるから、当初は相関係数のような記述統計量で把握することは困難であろうと予測していた。しかし、本稿で検討した指標には、ラウドネス連続判断の過程をある程度記述する可能性があることが示されたと考えてい

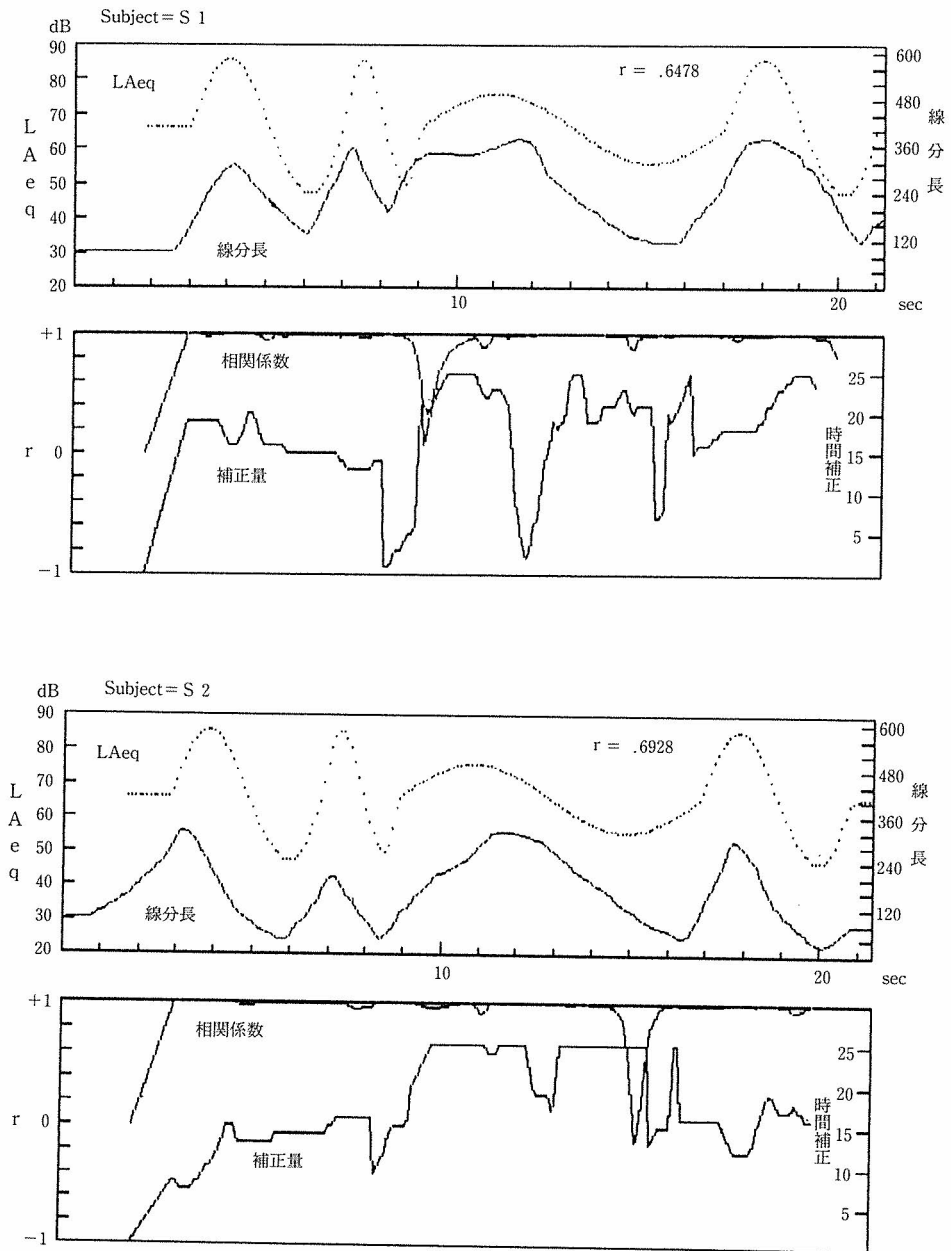


図 6 時間窓1.5 sec での分析例

る。無論これは、幾つかの仮定に則ってなされているが、現状ではそのような仮定の存在は、状況を整理するためにかえって有用であると思われる。

この指標以外にも、図3に示す系列全体のクロスモダリティマッチング結果に基づいて LAeq 値と線分長の関数関係を求め、100msec 毎に設ける時間窓内での線分長と全体の関数関係から得られる予測値とのずれを求めていくことも試みている。図4に偏差として示したものがそれであり、ここでは相関係数が最大化された時点での偏差を求めている。この偏差が大きく変動している時間位置は、相関係数の変化位置に対応しているが、その変化方向は一定ではない。時間補正量が減少しても、偏差は必ずしも減少するとは限らず、かえって増加する場合もあることが図4には示されている。従って、偏差情報にもこのような判断を解析する際の有用性を認めることができよう。この偏差が増加するということは、その時点でラウドネスを線分長に反映させることが困難になったと解釈することができるが、一方では、例えば文脈効果の影響を捉えていると解釈できる場合もあるかもしれない。また、こういった偏差は、刺激と反応全体の相関を最大化した状態で求めてやれば、図3の散布図を一種の軌跡として描くことにもなり、データの解析に役立つと考えられる。

このように、かかる仮定の記述には複数の指標を同時に眼に見える形式で表示することが重要に思われる。この水準の指標では1つのみですべてを捉えることは不可能であるが、複数を同時に使用することで連続判断の経過中の重要な事象を把握することが可能になる。今回の試みの中でも、20sec 程度のデータからラウドネス判断に関わる示唆を得ることができた。それらを更に追求するにあたっては、またそれにふさわしい実験方法を考案するべきである。このような指標の検討によって、線分長とのクロスモダリティマッチングによるラウドネス連続判断法が持つ時間軸上での問題点を明確にし、更にそれへの対処方法の可能性をつかむことができた。これをさらに発展させる努力には価値があると考えている。

最後に、ここでは詳しくは触れていないが、線分長を操作する具体的方法には極めて大きな重要性がある。ここで検討したような指標が有効に働くか否かは、被験者が線分長操作に際して不要の制約から解放されており、かつその操作に習熟していることが必要である。一つの操作法の優劣を判断するにもある程度のデータは必要であり、持続的に使用しなければならないが、一方でよりよい操作方法を求める努力が必要であると考えている。

引用文献

- 1 荒川恵子, 水浪田鶴, 桑野園子, 難波精一郎, (1995). 音楽演奏の聴取最適レベルを決定する要因. *音楽知覚・認知研究*, vol.1, 33-42.
- 2 加藤徹, 難波精一郎, 桑野園子, (1993). 調節速度可変の線分長によるラウドネス連続評価の試み. *追手門学院大学文学部紀要*, 28号, 19-34.

- 3 加藤徹, 難波精一郎, 桑野園子, (1994 a). 線分長とのクロスモダリティマッチングによるラウドネス連続評価について. *追手門学院大学文学部紀要*, 29号, 15-31.
- 4 加藤徹, 難波精一郎, 桑野園子, (1994 b). 線分長とのクロスモダリティマッチングによるラウドネス連続評価について — 現実音への適用可能性について —. *追手門学院大学文学部紀要*, 30号, 33-43.
- 5 Kuwano, S. and Namba, S. (1985). Continuous judgment of level-fluctuating sounds and the relation between overall loudness and instantaneous loudness. *Psychological Research*, vol.47, 27-37.
- 6 Namba, S. and Kuwano, S. (1980). The relation between overall noisiness and instantaneous judgment of noise and the effect of background noise on noisiness. *The Journal of the Acoustical Society of Japan (E)*, vol.1, 99-106.
- 7 難波精一郎, 桑野園子, 二階堂誠也 (1982). カテゴリ連続判断法による音質評価. *日本音響学会誌*, 38巻, 199-210.
- 8 Namba, S., Kuwano, S. and Fastl, H. (1988). Loudness of road traffic noise using the method of continuous judgment by category. *Proceeding of NOISE '88*, 241-246.
- 9 難波精一郎, 桑野園子, 加藤徹, (1995). 連続判断法による聴覚的情景分析の研究. *日本音響学会平成7年度春季研究発表会講演論文集*, 471-476.
- 10 Namba, S. Kato, T. and Kuwano, S. (1995). Long-term evaluation of the loudness of train noise in laboratory situation. *Proceedings of 15th international congress on acoustics (Trondheim, Norway)*, 215-218.
- 11 Scharf, B. (1983). Loudness adaptation. In J.V. Tobias & E.D. Schubert (Eds.), *Hearing research and theory*, vol.2, pp. 1-56, New York : Academic Press.
- 12 Stevens, S.S. (1975). *Psychophysics : Introduction to its perceptual, neural, and social prospects*. New York : Wiley.

1996年4月11日 受理