九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

周辺視領域の刺激に対する反応の加齢効果

志堂寺，和則
知能システム学専攻

早見，武人
知能システム学専攻 ： 修士課程

野瀬，康弘
能システム学専攻 ： 修士課程

北村，文昭
知能システム学専攻

他

https://doi.org/10.15017/1485034

出版情報：九州大学大学院システム情報科学紀要. 2 (1), pp.65-70, 1997-03-26. 九州大学大学院システム情報科学研究院
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

九州大学大学院
システム情報科学研究科報告
第2巻　第1号　平成9年3月

Research Reports on Information Science and
Electrical Engineering of Kyushu University
Vol.2, No.1, March 1997

周辺視領域の刺激に対する反応の加齢効果

志堂寺和則* ・ 早見武人** ・ 野瀬康弘**
北村文昭* ・ 松永勝也*

Effects of Aging on Stimuli for Peripheral Vision

Kazunori SHIDOJI , Takehito HAYAMI, Yasuhiro NOSE,
Fumiaki KITAMURA and Katsuya MATSUNAGA

(Received December 24, 1996)

Abstract: The effects of aging on visual information process during simulated driving were examined using a newly developed device for the presentation of stimuli in the peripheral vision (peripheral vision reaction timer). Forty-eight observers (42 men, six women), divided into three groups (aged, middle aged, younger) separated by 20 years, participated in the experiments. In experiment 1, the observers reacted by foot when LEDs (Light Emitting Diodes) were lit on both the right and left sides within a 90°to 20°visual angle . Results suggested that observers of in their 60's and 70's had a narrower visual field than the younger. In experiment 2, the observers reacted as soon as LEDs in the peripheral visual field(80°, 60°, 40°, and 20°) were lit while driving a car along the road on the display. They also made more response errors, took more reaction time, and had more individual differences in performance than the other two groups. The aged seemed to have not only a narrower visual field but a more deteriorated capacity for information processing. In a practical situation as in driving, acquisition of spatial allowance according to the driver's individual difference is needed.

Keywords: Reaction time, Peripheral vision, Dual task, Traffic safety, Aging, Spatial allowance

1. はじめに

最近高齢者が関係する自動車交通事故が多発している．交通事故による全死者数の約半数を65歳以上の高齢者と16-24歳の若者で占め，特に最近の特徴として，高齢者が第一当事者である死亡事故が急増している[1]．高齢者の交通事故原因の解析は，急務と考えられる[2]．

一般に高齢者は深視力，動体視力，夜間視力等の視覚機能が衰えていると言われており，このことが高齢者の交通事故原因のひとつであると考えられている[3),4),5)]．周囲のさまざまな対象を迅速かつ的確に検出・判断し，状況に応じて円滑にハンドル操作やペダル操作をしなければならないという運転場面を考慮すると，種々の視覚機能の中でも，周囲の対象をすばやく検出する能力がまず重要であると考えられる．被験者に刺激を検出させる運転適性検査として，警察庁方式CRT運転適性検査の下位検査である側方警戒検査が考案されている[6]．しかし，この装置はディスプレイ画面に刺激を提示するため刺激提示可能範囲が狭く，また刺激位置と反応の関係を詳細に検討することはできない．そこでわれわれは，刺激提示可能範囲が広くかつ刺激位置と反応の関係を詳細に検討することができる周辺視反応時間測定装置を開発した[7),8)]．本研究では，この装置を用いて刺激位置－反応の関係における加齢変化を視野，情報処理能力の問題も含めて検討し，高齢者の交通安全指導について提案をおこなう．

平成8年12月24日受付
* 知能システム学専攻
** 知能システム学専攻修士課程

2. 実　　験

2.1 方法

2.1.1 装置

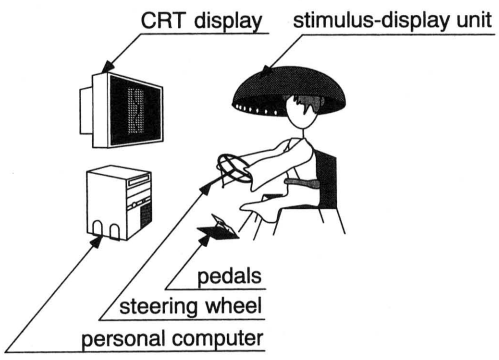

Fig.1　View of the system

測定システムの概略図を**Fig. 1**に示した．被験者はコンピュータ・ディスプレイが正面となるように椅子に腰掛

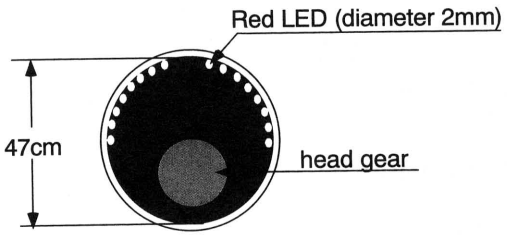

Fig.2　Inside of the stimulus-display unit

けた．装置にはハンドルと２つのペダルがあり，それぞれ自動車のハンドルとアクセル・ペダル，ブレーキ・ペダルとほぼ同じ役割を担っていた．ディスプレイには，車(視角約0.9度×0.9度)とカーブの多い道路(道幅視角約0.9度)が真上からの俯瞰図で表示され，被験者がアクセル・ペダルを踏むと道路が一定速度で下方向にスクロールし，離すとスクロールが停止した．ハンドル操作の負荷がすべての被験者に対して等しくかかるようにするため，アクセル・ペダルの踏み加減によってスクロール速度を変化させることはできないようにした．また，車を常にディスプレイ画面の中央に表示するようにし，凝視点として利用した．したがって，被験者がハンドルを操作することによって左右方向に移動するのは，車ではなく道路であった．ハンドル操作による道路の左右方向の移動量は，最大で左右に視角約２度ずつとした．被験者は椀状をした光刺激の提示装置を頭に被った．刺激提示装置には，被験者が真っ直ぐ前を凝視しているとして，左右方向それぞれに視角20度から90度まで10度間隔で発光ダイオード(以下LEDと略記)が埋め込まれていた(**Fig. 2**参照)．各LEDの輝度は0.2mcd(理論値)であった．装置を頭に被る際にLEDができるだけ目の高さにくるように調整した．なお，この測定システムはAT互換機のウィンドウズ95上で動作し，反応時間の測定精度は約54ミリ秒であった．

2.1.2　手続き

開発した装置を用いて次の２つの実験をおこなった．実験１は，被験者の視野を測定するためのものであった．頭に被った刺激提示装置のLEDが３秒間ずつ次々と点灯した．LEDは左右ランダムに点灯したが，左右の方向内では必ず90度の位置(被験者の真横)にあるものから正面(中央)に向かって順に点灯していった．被験者には，車を凝視してアクセル・ペダルを踏んで道路をスクロールさせ，LEDが点灯していることに気がついたらブレーキ・ペダルに踏み替えるよう教示した．１試行は，被験者が左右どちらの方向のLED点灯に対しても少なくとも１回は反応した場合に終了した．実験１では練習試行を１回，本試行を３回おこなった．

実験２は，情報処理負荷をかけたときのLED点灯に対する反応時間を調べる実験であった．ハンドルを操作して車を道路に沿って走行させている間に，10秒〜14秒の間隔をおいてランダムな位置のLEDがひとつ３秒間点灯した．点灯LEDは，左右の視角20度，40度，60度，80度の位置にあるLEDであり，それぞれ４回ずつ点灯した．被験者には実験１と同様の教示に加えて，ハンドルを操作することを教示した．１分程度の練習をおこなってから，10分程度の本試行をおこなった．

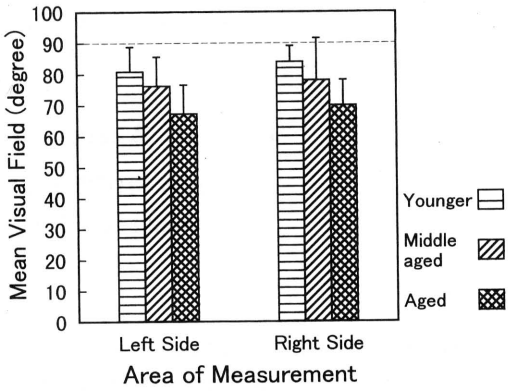

Fig.3　Observers' visual field

2.1.3　被験者

被験者は21歳から79歳の男女48名であった．被験者の年齢(10歳毎)と性別の分布を**Table 1**に示す．70歳代が４人と少ないので，被験者を年齢によって20歳毎にまとめ，若年者群，中年者群，高齢者群とした．

3.　結　　果

3.1　実験１

LEDが90度位置から20度位置へと順に点灯していく中で，被験者が最初に反応したときのLEDの位置(実際には３回の試行の平均値)をその被験者の視野と定義した．測定結果を被験者群ごとに**Fig. 3**に示した(**Fig. 3**から**Fig. 7**は測定装置から直接出力した図である)．左視野と右視野の違いを見ることが実験の目的ではないことと，実際に左視野が平均75度(標準偏差10度)，右視野が平均77度(標準偏差11度)と差がほとんどないことから，左視野と右視野の違いは検討しないこととした．このため，統計処理では，各被験者において左視野と右視野の平均値を算出し，生データとして用いた．バートレット法による各群における分散の同質性の検定の結果，分散に統計的に有意な差はなかった($\chi^2(2) = 4.55, n.s.$)．被験者群間について一要因分散分析を実施したところ，被験者群間で有意な差があった($F(2,45) = 11.38, p < .001$)．テューキーのHSD法による多重比較の結果，高齢者群の視野(平均69度)が他の２群の視野(中年者平均77度，若年者平均82度)よりも狭いことがわかった．

Table 1 Distribution of observers' age and sex

class	younger		middle aged		aged		sum
age	twenties	thirties	forties	fifties	sixties	seventies	
man	5	7	8	8	10	4	42
female	3	0	0	2	1	0	6
sum	15		18		15		48

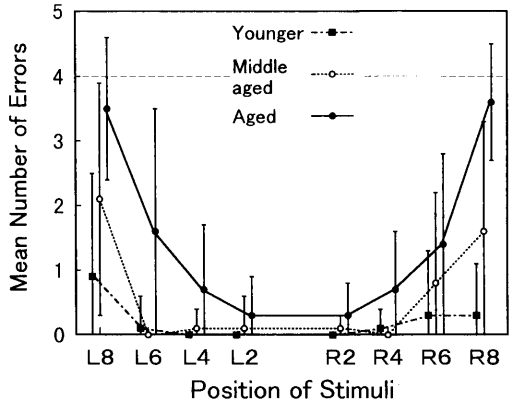

Fig.4 Mean number of errors for positions of stimuli. L8, L6, L4, L2, R2, R4, R6,and R8 indicate left 80°, left 60°, left 40°, left 20°, right 20°, right 40°, right 60°, and right 80° of the visual angle, respectively. The upper section and the lower section of the bar each represent one standard deviation.

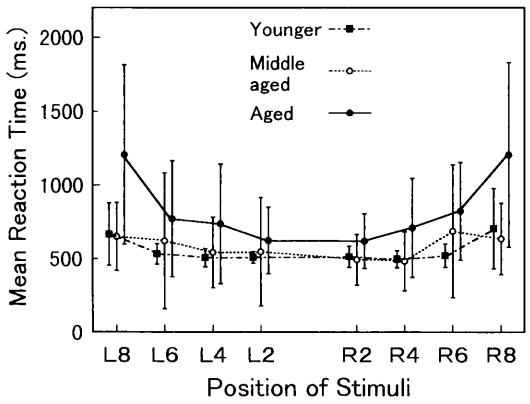

Fig.5 Mean reaction time between the LED signal and the release of the accelerator pedal for positions of stimuli. L8, L6, L4, L2, R2, R4, R6, and R8 indicate left 80°, left 60°, left 40°, left 20°, right 20°, right 40°, right 60°, and right 80° of the visual angle, respectively. The upper section and the lower section of the bar each represent one standard deviation.

3.2 実験 2

実験 2 においても，被験者に対する刺激角度毎に左右視野の平均値を求め，統計分析の生データとした．

3.2.1 誤反応数

LEDが点灯してから 3 秒以内に被験者がブレーキ・ペダルを踏まなかった場合を誤反応とした．したがって，誤反応には，刺激を見落とした場合やブレーキ・ペダルを踏みはしても 3 秒以上かかった場合などが含まれる．誤反応に関する結果を**Fig. 4**に示した．誤反応数が 4 回であることはその視角位置にあるLEDの点灯に対してはすべて誤反応であることを意味している．

各刺激角度において，バートレット法を用いて分散の同質性の検定をおこなったところ，60度，40度，20度において被験者群の分散が異なるという結果が得られた(それぞれ，$\chi^2(2) = 10.09, p < .01; \chi^2(2) = 49.75, p < .001; \chi^2(2) = 602.36, p < .001$)．また，80度の位置においても被験者群の分散が異なる傾向が認められた($\chi^2(2) = 5.76, p < .10$)．傾向として差がある場合も含めると，すべての刺激位置において被験者群の分散が異なっていたので，クラスカル・ワリス検定を用いて，各角度における被験者群の比較をおこなった．その結果，すべての角度において被験者群間に差があることがわかった(80度 $H(2) = 27.20, p < .0001$; 60度 $H(2) = 13.34, p < .01$; 40度 $H(2) = 18.38, p < .0001$; 20度 $H(2) = 11.36, p < .01$)．どの被験者群の間に差があるかを調べるために，マン・ホイットニー検定によって多重比較をおこなった．以下すべてにおいて，マン・ホイットニー検定によって多重比較を実施した場合は，すべてライアンの名義水準によって有意水準を調整した．多重比較の結果，60度と40度，20度の場合，高齢者群が他の年齢群よりも誤反応が多いことがわかった．80度の場合には，すべての被験者群間に差があり，年齢が上がるにしたがって誤反応が多くなることがわかった．

3.2.2 アクセル・ペダルを離すまでの反応時間の平均値

刺激を提示してから被験者がアクセル・ペダルを離すまでの反応時間の平均値を**Fig. 5**に示した．図示したデータは，誤反応があるために必ずしも 4 回の反応の平均値ではなく，3 回や 2 回の反応の平均値である場合や 1 回の反応時間である場合，さらに反応なしの場合もある．各刺激位置において，バートレット法を用いて分散の同質性の検定をおこなった．その結果，すべての刺激位置において被験者群によって

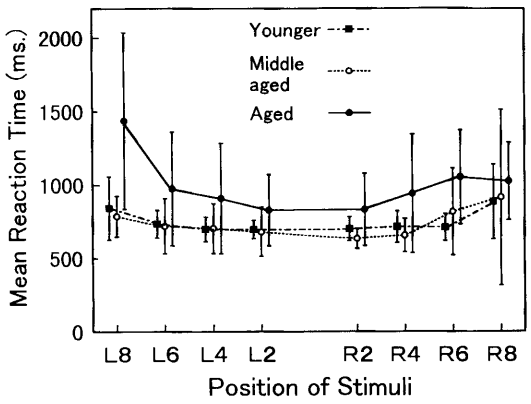

Fig.6 Mean reaction time between the LED signal and the application of the brake pedal for positions of stimuli. L8, L6, L4, L2, R2, R4, R6, and R8 indicate left 80°, left 60°, left 40°, left 20°, right 20°, right 40°, right 60°, and right 80° of the visual angle, respectively. The upper section and the lower section of the bar each represent one standard deviation.

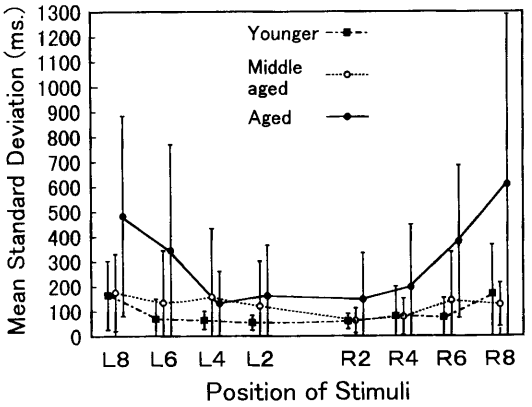

Fig.7 Mean standard deviation of reaction time for positions of stimuli. L8, L6, L4, L2, R2, R4, R6, and R8 indicate left 80°, left 60°, left 40°, left 20°, right 20°, right 40°, right 60°, and right 80° of the visual angle, respectively. The upper section and the lower section of the bar each represent one standard deviation.

分散が異なっていた(80度 $\chi^2(2) = 7.75, p < .05$; 60度 $\chi^2(2) = 31.77, p < .001$; 40度 $\chi^2(2) = 26.78, p < .001$; 20度 $\chi^2(2) = 23.30, p < .001$). クラスカル・ワリス法によって各角度における被験者群の違いを検討した. クラスカル・ワリス法は順序尺度にもとづく検定であるので, 誤反応の反応時間はすべて3秒とした. 検定の結果, すべての刺激位置において被験者群に差があることがわかった(80度 $H(2) = 20.92, p < .001$; 60度 $H(2) = 10.49, p < .01$; 40度 $H(2) = 7.40, p < .05$; 20度 $H(2) = 9.28, p < .01$). マン・ホイットニー検定によって多重比較を実施した結果, 80度と60度では, 高齢者群の反応が他の2群の反応よりも, また, 40度と20度の場合, 高齢者群の反応が中年者群の反応よりも遅いことがわかった.

3.2.3 ブレーキ・ペダルを踏むまでの反応時間の平均値

刺激を提示してから被験者がブレーキ・ペダルを踏むまでの反応時間の平均値を**Fig. 6**に示した. すべての刺激位置において被験者群によって分散が異なっていた(80度 $\chi^2(2) = 14.13, p < .01$; 60度 $\chi^2(2) = 14.88, p < .001$; 40度 $\chi^2(2) = 14.59, p < .01$; 20度 $\chi^2(2) = 27.41, p < .001$バートレット法による). クラスカル・ワリス法により, 誤反応の反応時間はすべて3秒とし, 検定の結果すべての刺激位置において被験者群に差があった(80度 $H(2) = 19.98, p < .0001$; 60度 $H(2) = 14.40, p < .001$; 40度 $H(2) = 8.63, p < .05$; 20度 $H(2) = 908, p < .05$). マン・ホイットニー検定による多重比較の結果, 80度と60度, 40度では, 高齢者群の反応が他の2群の反応よりも遅いことがわかった. また, 20度の場合, 高齢者群の反応が中年者群の反応よりも遅いことがわかった.

3.2.4 ブレーキ・ペダルを踏むまでの反応時間の標準偏差

被験者の反応のばらつき程度を調べるために, 各LED 4回の点灯に対する反応に関して, 刺激を提示してからブレーキ・ペダルを踏むまでの反応時間の標準偏差を求め, **Fig. 7**に図示した. 平均値の場合と同じく図の値は, 誤反応があるために必ずしも4回の反応時間の標準偏差ではなく, 3回や2回の反応時間の標準偏差である場合, さらにデータなしの場合もある. 標準偏差についても, 各刺激位置における, バートレット法による分散の同質性の検定の結果, すべての角度において, 被験者群によって分散が異なっていた(80度 $\chi^2(2) = 17.38, p < .001$; 60度 $\chi^2(2) = 23.90, p < .0001$; 40度 $\chi^2(2) = 11.82, p < .01$; 20度 $\chi^2(2) = 43.68, p < .0001$). クラスカル・ワリス法による各角度における被験者群の違いの検定の結果, 60度と40度において被験者群による差があった(60度 $\chi^2(2) = 13.53, p < .01$; 40度 $\chi^2(2) = 9.62, p < .01$). マン・ホイットニー検定による多重比較の結果, 60度ではすべての被験者群間に差があり, 年齢が上がるにつれ反応時間がばらついていることがわかった. また40度の場合には, 高齢者群が中年者群よりも反応時間がばらついていることがわかった.

3.2.5 トラッキング成績

中心視野領域内の作業であるハンドル操作について評価するため, 車と道路のズレ幅の差の絶対値を測定し,

一秒当たりのズレ幅をコンピュータ・ディスプレイのドット単位で算出した．被験者群間の分散には有意な差はなかった($\chi^2(2) = .64, n.s.$バートレット法による)．そこで被験者群間について一要因分散分析をおこなったところ有意な差があった($F(2,45) = 5.56, p < .01$)．テューキーのHSD法による多重比較の結果，高齢者群の成績(平均12.5ドット／秒)が若年者群の成績(平均10.6ドット／秒)よりも悪いことがわかった．

4．考　　察

実験2の誤反応数の結果から，高齢者群は他の2つの被験者群よりも誤反応が多いことがわかった．高齢者が80度や60度のLEDの点灯を見落とすことが多いことは，実験1の高齢者群の平均視野が約69度であることから，ほとんどの被験者にとって80度の位置にあるLEDは視野の外にあるためであり，60度のLEDは視野の外縁近傍にあるか被験者によっては視野外になるためであると考えられる．Easterbrookによれば，ストレスや負荷がかかると視野狭窄が生じる[9]．本実験の被験者においても，実験2ではトラッキング作業負荷による視野狭窄現象をおこしている可能性が高い．しかしながら，40度の刺激では，70歳の被験者1名が8回の刺激のうち5回を見落としている他は，ほとんどの被験者は0～2回程度の見落としであり，40度や20度は視野内の提示位置であると言えよう．したがって，高齢者は視野内の刺激に対しても見落としが多いことになる．この理由については後ほど考察する．

2種の反応時間の結果から，高齢者群は他の2つの被験者群よりも反応が遅いことがわかった．被験者が反応する過程を刺激の認知，判断，実行の3段階に分けることができると仮定すると，高齢者は刺激の認知，判断までの段階において情報処理に時間がかかっていると考えられる．一般に高齢者と若年者の反応時間を比較すると，若年者に対する高齢者の単純反応時間における増大率よりも選択反応時間における増大率の方が大きいことから，高齢者は複雑な課題を同時に遂行する場合は不正確になり，このことは認知判断力の低下を示唆していると言われている[3),10)]．今回の課題はトラッキング作業を同時におこなってはいるが，弁別判断を要しない課題であることから，本実験の結果は，高齢者における刺激の認知そのものの遅れを示しているのではないかと考えられる．

ブレーキ・ペダルを踏むまでの反応時間の標準偏差は，各個人においてブレーキを踏む反応がどの程度不安定であるかを検討するために設定した測度である．分析結果は60度と40度において高齢者の反応がばらついていることを示した．80度と20度では被験者群間に統計的に有意な差はなかったが，高齢者は80度の刺激に対しては実際はほとんど誤反応である．

大塚は側方警戒検査の誤反応数において，高齢者は中心部よりも周辺部において20歳代との違いが大きいことから，高齢者は中心部刺激への対応よりも周辺部刺激への対応が悪く，高齢者は注意の柔軟な切り替えが苦手であると述べている[11),12)]．本研究においても高齢者の成績低下がみられた．中心部の課題は連続的なトラッキング課題であるので，被験者は常に中心部に意識をある程度集中させなければならない．このような場合，高齢者の成績低下は，高齢者における注意切り替え機能の低下による影響だけでなく，情報処理資源の減少による影響を考慮する必要がある．つまり，トラッキング課題は被験者に一定量の情報処理資源を常に消費させるため，被験者は反応時間課題には残された処理資源で対処せざるを得ない．しかし高齢者は処理資源の総量が減少しているため，残された処理資源も少ないと考えられる．このため，視野の周辺部のみならず中心部近くの刺激に対しても誤反応や反応の遅延，ばらつきが発生したと解釈することができる．

これまで実験結果に基づいて平均的な高齢者，中年者，若年者像を想定し考察をおこなってきたが，実験2の光刺激に対する反応に関する測度すべてにおいて，被験者群の分散に差があった．このことは，図から判断すると多くの場合，高齢者群は他の2つの被験者群と比較して個人差が大きいと考えられる．このことは，高齢者には想定してきたような平均的高齢者もいるが，若年者と同じ位に良い成績を示す者や，逆に年齢から予想される成績よりもかなり悪い結果を示す者も多いことを示唆している．

トラッキング作業は，高齢者群の成績が若年者群の成績よりも悪かった．しかしながら，トラッキング成績の違いは，視角に換算すると高齢者群の成績は平均視角約0.37度／秒，若年者の成績が平均視角約0.32度／秒となり，実際上はほとんど差はない．本測定装置におけるトラッキング作業の目的は，被験者の視線を画面中央に固定させることと負荷をかけることである．被験者間で大きな差がなかったことから，被験者は同じように車を凝視し，トラッキング作業に対してほぼ同量の処理資源を使っていたと推測できる．

周辺視領域の刺激に対する反応を測定する場合には，刺激を正確な位置に提示することが重要である．当初開発した測定装置は，刺激提示部をコンピュータ・ディスプレイに装着したものであった[7),13)]．この装置は，被験者が身体や頭を動かした場合に刺激を正確な位置に提示することができなくなることや，室内の明るさによって刺激の明瞭度が変化すること，幅2mほどの場所を占有すること等の問題があった．そこで，次に本実験で用いた刺激提示部を頭に被るタイプの装置を開発した．このタイプの装置では身体や頭の動きや部屋の明るさに関する問

題は解消したが，被験者が目を動かした場合には刺激を正確な位置に提示できなくなるという問題は残存している．厳密に刺激提示をおこなうならば，眼球運動をモニタして，被験者が正面を見ているときに刺激を提示すべきであろう．本実験では被験者の目の動きは測定していないため，被験者が本当に実験中ずっと前を見ているかどうかの確証はないが，ハンドルを使って車を道路に沿って走行させる作業をさせたこと(実験２)によって，被験者がかなりの間ディスプレイ中央を凝視していたのではないかと考えられる．

実験結果を自動車の運転場面に適用すれば，高齢者は危険な対象を発見してブレーキ・ペダルを踏む際に，視野が狭いので周辺にある対象を認識できないか，認識できたとしても反応するためには時間を要する可能性が大きいことになる．さらに，中心視野付近であっても対象を見落としたり，反応が遅れたりというケースが生じることもあろう．松永が指摘するように[14),15)]，反応が常に遅れる場合は，日頃運転していれば本人が自覚でき，自分の平均反応時間に応じた車間距離をとるためそれほど問題とはならない．しかし，反応が突発的に遅れる場合は通常の車間距離では足りない，つまり事故を招く可能性が生じる．以上を考慮すると，高齢者が安全運転をおこなうには前方の空間を十分大きくとることが最重要であろう．前方空間を大きくとることには三つの意味がある．ひとつは，積極的に頭や目を動かして中心視野で確実に対象を捉えることを可能にするためである．二つ目は単位時間内の情報処理負荷を減らして，周辺視野だけでなく中心視野付近においてもみられた対象の見落としや反応の遅延を減少させるためである．三つ目は予見できない突発的な反応の遅れに備えることである．

また，高齢者群において個人差が大きいことは，安全な車頭空間として一律に同じ距離を指示できないことを示唆している．つまり，当人の能力，技能に応じて個別的に車頭空間を指導することが必要であると考えられる．われわれの測定装置では，**Fig. 3**から**Fig. 7**までの図に示したように，各人の視野範囲や，刺激位置が中心部から周辺部となるにしたがって次第に成績が低下する様子を知ることができ，個別指導に利用することができる．

5. おわりに

被験者に中心視領域でトラッキング作業をおこなわせつつ周辺視領域の刺激に反応させる測定装置を開発し実験を実施した．その結果，高齢者は反応が遅くなり，反応時間がばらつくことや視野の周辺部に提示された刺激を見落とすのみならず中心部付近の刺激も見落とす場合が増大すること等が明らかとなった．高齢者の視野，情報処理能力，個人差等を考慮すると，高齢者の安全運転指導には，各人の状態に応じて前方の空間を大きめにとるよう指導する必要があると思われる．

今後の課題として，測定結果と実際の運転挙動や交通事故回数等との関連を調べることがあげられるが，そのためにはかなり多くのデータを必要とする．データは現在まだ収集中であるが，今後は年齢や性別，事故経験等を考慮しつつ，さらにデータ数を増やす必要があろう．

6. 謝　辞

実験を実施するにあたって，福岡県警察本部交通部交通企画課および北九州自動車運転免許試験場，日本障害者団体連合会自動車協会，南福岡自動車学校，豊前自動車学校のご協力をいただきました．記して感謝の意を表します．

参考文献

1) 警察庁交通局: 安全・円滑・快適な道路交通を目指して, 全日本交通安全協会, 1991.
2) 鈴木春男: 高齢ドライバーの人的事故要因に関する調査研究, 国際交通安全学会, 1991.
3) 三井達郎: 高齢者の身体機能と交通死亡事故の関係, 科学警察研究所報告交通編, 36 巻 1 号, *pp.58-69*, 1995.
4) 外川勝己: 運転者の加齢研究, 早稲田心理学年報, 22 巻, *pp.1-6*,1990.
5) 西山啓: 高齢者の運転行動に関する研究, 交通心理学研究, 1 巻 1 号, *pp.17-23*, 1985.
6) 大塚博保, 鶴谷和子, 貝沼良行, 磯部治平, 松浦常夫, 山口卓耶, 内田千枝子: 警察庁方式 CRT 運転適性検査の開発, 科学警察研究所報告交通編, 31 巻 1 号, *pp.57-65*, 1990.
7) 早見武人, 野瀬康弘, 志堂寺和則, 北村文昭, 松永勝也: 周辺視反応時間測定装置の開発, 日本交通心理学会第 5 4 回大会発表論文集, *pp.31-32*, 1996.
8) 早見武人, 野瀬康弘, 志堂寺和則, 北村文昭, 松永勝也: 周辺視領域に提示された刺激に対する反応時間, 九州心理学会第 5 7 回大会発表論文集, *p.53*, 1996.
9) Easterbrook,J.A.: The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior, Psychological Review, **66**, *pp.183-201*, 1959.
10) 溝端光雄: 交通場面から見た高齢者の運転特徴, 国立身体障害者リハビリテーションセンター (監修) 身体障害者・高齢者と自動車運転, 中央法規出版, *pp.291-311*, 1994.
11) 大塚博保: 高齢運転者の動作・行動機能, 科学警察研究所報告交通編, 32 巻 2 号, *pp.151-154*, 1991.
12) 大塚博保: 高齢者の運転特性と適応, 国立身体障害者リハビリテーションセンター (監修) 身体障害者・高齢者と自動車運転, 中央法規出版, *pp.277-290*, 1994.
13) 志堂寺和則, 北村文昭, 松永勝也, 野瀬康弘, 早見武人: 高齢者の周辺視領域における反応時間, 日本交通心理学会第 5 4 回大会発表論文集, *pp.33-34*, 1996.
14) 松永勝也: 交通科学教育について, 九州大学公開講座委員会 (編) 人と教育, 九州大学出版会, *pp.151-180*, 1987.
15) 松永勝也: KM式安全運転所言検査の指導の手引き, 大東京火災海上保険, 1991.