

# ナスカ台地におけるラインセンター間の移動について (第2報)

## —南北歩行実験による検証—

本 多 薫

(文化システム専攻心理・情報領域担当)

門 間 政 亮

(人文学部学術研究員)

### 1. はじめに

ナスカ台地には、動植物、幾何学図形、直線など1000個以上の地上絵がある。そのうち、動植物の地上絵は少数で、750個以上は直線の地上絵である。この直線が集まる放射状直線の地上絵である“ラインセンター”が数多く存在する(図1)。ナスカ台地に62箇所のラインセンターがあることが分かっていたが<sup>1)</sup>、山形大学人文学部のナスカ地上絵プロジェクトチーム<sup>注1)</sup>による調査の結果、少なくとも138箇所<sup>注2)</sup>のラインセンターがあることが判明している<sup>2)</sup>。また、ラインセンターと別のラインセンターが直線で繋がっていると言われている<sup>3)</sup>。実際に人工衛星画像を分析してみると、ラインセンター間が直線で繋がれており、複数のラインセンターを経由して台地の南北が繋がれていることも確認できる。

ナスカの地上絵が制作された当時のアンデスでは、文字は存在しなかったと言われている<sup>4)</sup>。ナスカ台地は南北15キロ、東西が20キロもある広い台地であるが、その北側と南側にはそれぞれ川があり、人々が生活した痕跡である墓や遺跡がある。北の人たちと南の人たちが交流していたと仮定すると、文字が無ければ直接に会って情報を伝える必要があったとも考えられる。直線の地上絵には、さまざまな幅と長さのものがああり、歩行できないほど幅の狭いものやどこを歩いたのか単純には指定できないほど幅が広いものもあり、すべてを歩行路(“道”)として解釈することはできないが、ナスカ台地に南北を繋ぐ道(情報科学では

“情報を伝達するネットワーク(通信網)”)があったのではないかと考えても不思議ではない。また、人間社会の中で人間の行動や情報の交換などがスムーズに行われるためにネットワークが形成される。そのため、ナスカ台地に人の移動や情報を伝達するネットワークが存在したという仮説を立ててラインセンターのネットワーク構造を検討してきた<sup>5)</sup>。Aveni<sup>1)</sup>は、ラインセンターの分布とラインセンターとラインセンターのコネクト関係を歩行して調査している。しかし、この調査の結果では、ナスカ台地の南北がラインセンターと直線で繋がっていることを明らかにしておらず、歩行路としての十分な検討はされていない。そのため、本当にラインセンター間の直線を歩行路として、歩行することができるのかは不明である。そのため、第1報<sup>6)</sup>では、1か所のラインセンター間のみを取り上げ、予備的な実験を実施した。その結果、(1)ラインセンター間を移動できること、(2)4730m程度の移動では途中休憩を取らなくとも歩行できる距離であること、などを示した。しかし、ナスカ台地の南北を歩行で移動する場合には、いくつかのラインセンターを経由する必要があり、歩行距離も長くなるとともに歩行条件も異なると考えられる。よって本稿では、複数のラインセンターを経由し、南北を歩行で移動する実験を実施し、ラインセンター間で迷うことなく歩行による移動ができるのかを検討する。



（円の中心がラインセンター，複数の直線が出ている）

図1 ラインセンターの例

表1 被験者

被験者	身長 (cm)	体重 (kg)	年齢 (才)
a	172	87	25
b	168	82	26
c	165	65	25

## 2. 実験内容

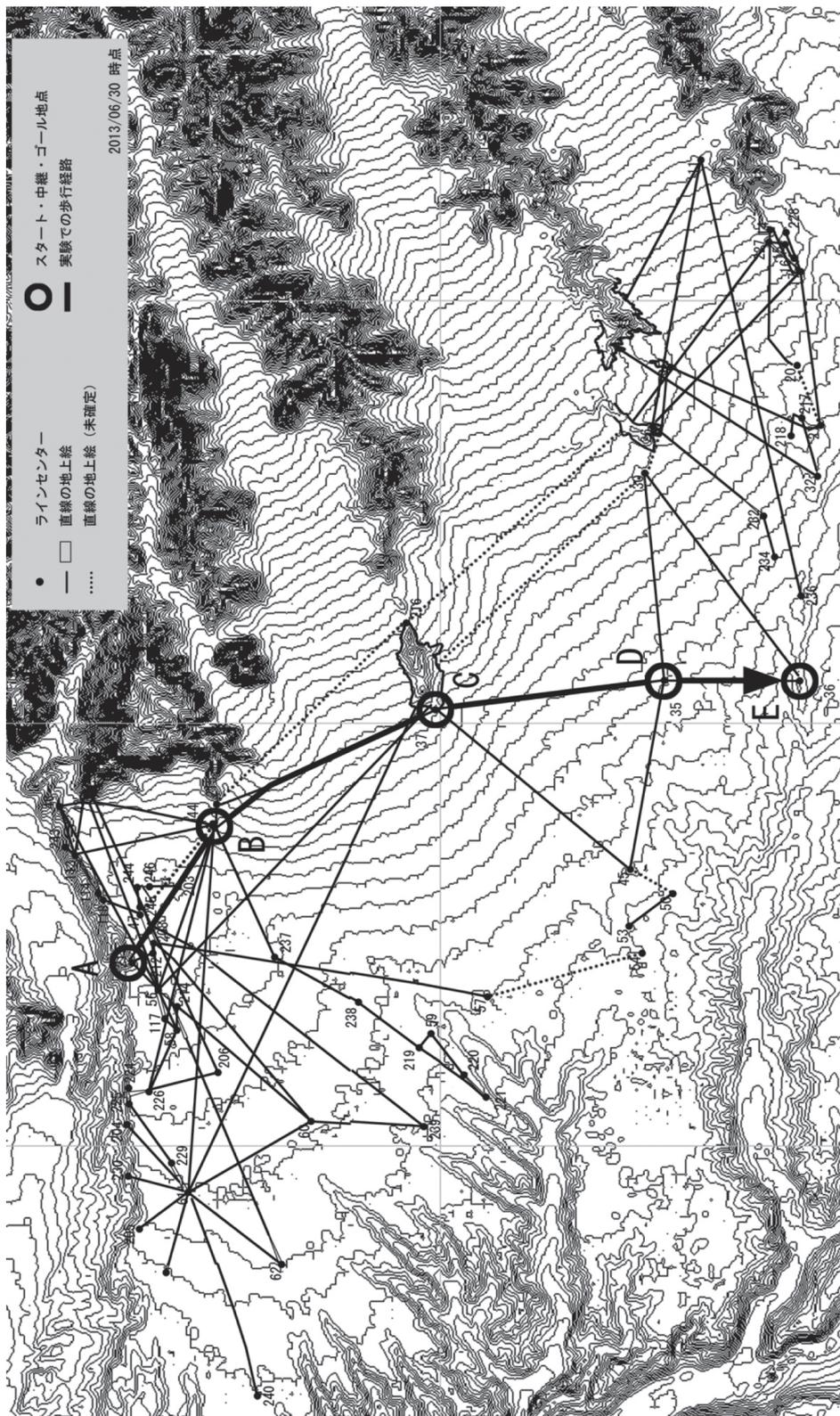
### 2.1 被験者

被験者は、実験で使用したラインセンター間の歩行経験がない、25歳から26歳の健康なペルー人男性3名である。表1に示すように、身長165～172 cm、体重65～87 kgであった。実験前に歩行に影響するような四肢に障害がないこと、これまでに心臓について何らかの指摘を受けたことがなく、心拍が過去および現在において正常であることを被験者の申告に基づいて確認した。

### 2.2 歩行するラインセンターの選定

予備的な歩行実験（第一報）<sup>6)</sup>では、ナスカ台地

の中央に位置しラインセンター間の距離が長く、洪水の影響で直線の一部が消えているラインセンター C35 と C37 を選定した。今回の南北歩行実験では、予備的な歩行実験の結果の再現性を確認することができるように、ラインセンター C35 と C37 を含むこととし、ナスカ台地の北側の端と南側の端を結ぶ複数のラインセンターを経由することを条件として、ラインセンターを選定した。図2にナスカ台地と歩行経路を示す。ナスカ台地の北側の端のスタート地点 A、中継地点のラインセンター B (C44)、C (C37)、D (C35)、および、ナスカ台地の南側の端のラインセンター E (ゴール地点 (C36)) を取り上げることにした。カッコ内の C35、C36、C37、C44 の番号は、Aveni<sup>1)</sup>が付け



(ナスカ台地の地形図 (等高線間隔10m))<sup>注2)</sup>

図2 ナスカ台地と歩行経路

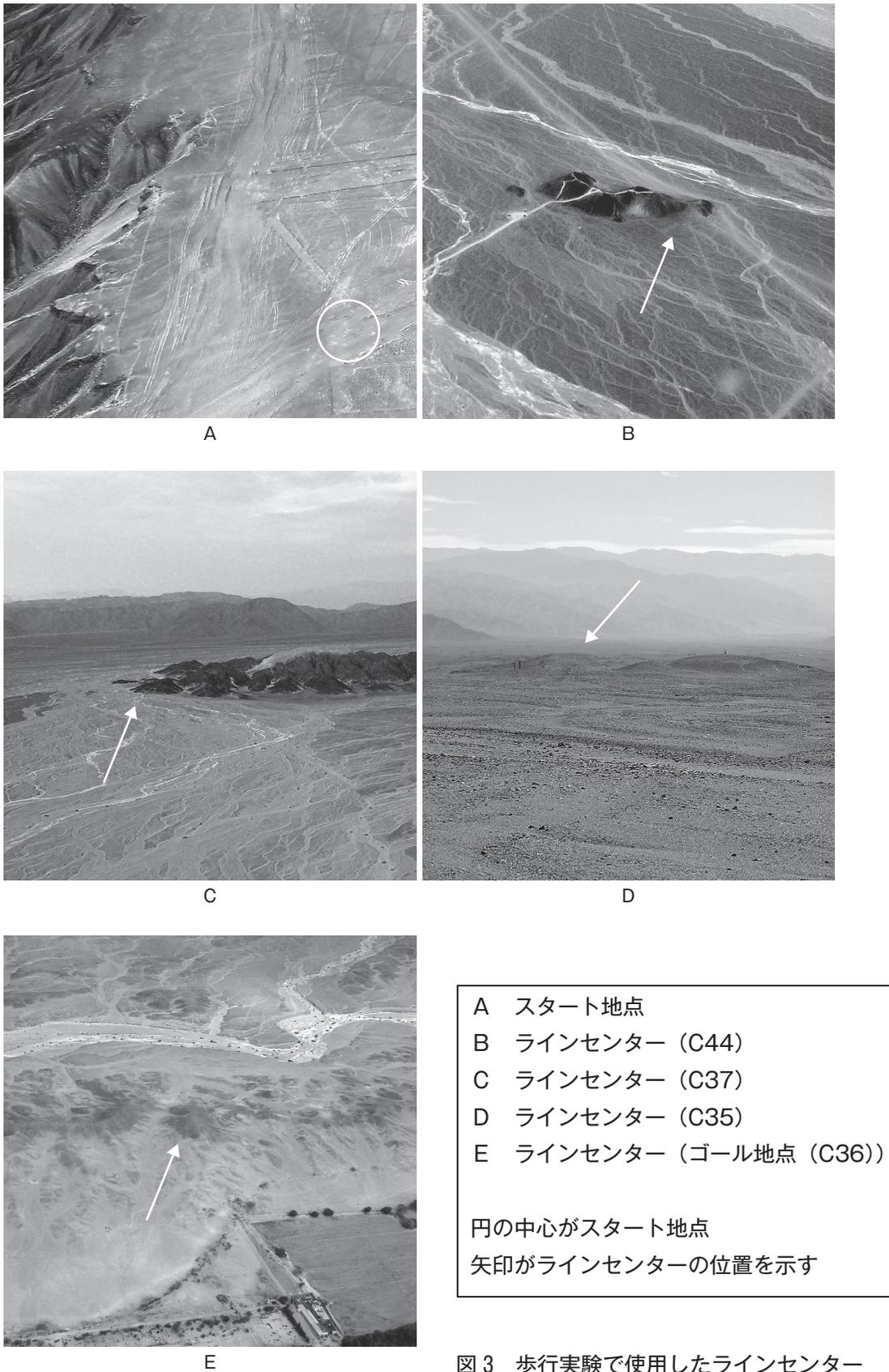


図3 歩行実験で使用したラインセンター

表2 実験実施日時と天候

実験実施日	スタート時刻	天気	視界*	被験者
2012年11月10日	午前7時03分	晴れ	良好	a
2012年11月13日	午前6時37分	晴れ	良好	b
2012年11月15日	午前6時46分	晴れ	良好	c

\*：ビデオ映像からも、ナスカ台地周辺の丘や山を隠すような雲や霧などの発生はなく視界は良好であったことを確認した。

たラインセンターの整理番号である。

ラインセンターには、自然の山や丘を利用したものがあるが、人工的に制作されたと思われるマウンドや石積みもある。今回の実験で取り上げたラインセンターは、自然の丘を利用したものである（図3）。スタート地点Aは、ラインセンターBから伸びる直線と台形の地上絵がクロスする地点とした。また、ラインセンター間の距離<sup>注3)</sup>は、AとB間で約3340m、BとC間で約5170m、CとD間で約4730m、DとE間で約2890mである。

### 2.3 実験方法

自動車スタート地点付近まで移動後、スタート地点Aに歩行による移動を行った。スタート地点で被験者に対して、「ラインセンターからラインセンターまで、いつもの速さで歩きます。」「歩いている時は、止まらず、走らず、後ろを振り返らず、また喋らないこと。」と歩行方法を母国語のスペイン語で説明し、直線の上を歩いてスタート地点AからラインセンターBまで行くことを指示した。説明後、10分間の立位による休息を取った。次に被験者が落ち着いていることを確認し、実験を開始した。最初に実験補助者が歩行する直線を指でさし、この直線の上を歩いて次のラインセンターまで行くことを伝え、「Vamos（スタート）」と声をかけ、歩行を開始させた。そして、直線の上を歩行し、中継地点（ラインセンターB）まで移動した。なお、歩行中に地図を携帯させたり、助言や指導は行わなかった。同様に、ラインセンターBとC、ラインセンターCとD、ラインセンターDとEの歩行においても、10分間の立位による休息の後、実験補助者が歩行する直線を

指でさし、この直線の上を歩いて次のラインセンターまで行くことを伝え、「Vamos（スタート）」と声をかけ、歩行させた。ただし、ラインセンターCでは、60分間（50分後に立位10分間）の休憩を取り、軽食・水を取らせた。また、表2に示すように実験は3日間に分けて実施し、3日間ともに天気は晴れ、ナスカ台地周辺の丘や山を隠すような雲や霧などの発生はなく視界は良好であった。スタート地点Aのスタート時刻は、午前中である。

GPS（Global Positioning System）ロガー（eTrex30, Garmin）により、歩行時の位置情報（緯度・経度）を約20秒間隔で測定するとともに、被験者の後方よりビデオカメラ（HDC-TM350, Panasonic）で歩行の様子を撮影した（図5～図8）。また、被験者1名の心拍（T.K.K.1876a, 64K バイトインターフェースII型、竹井機器工業）を測定した。

### 3. 実験結果

表3-1から表3-4に各ラインセンター間を歩行した際の各被験者の歩行所要時間と平均歩行速度を示す。表3-1のスタート地点AからラインセンターBの歩行した結果であるが、所要時間は、41.8 min～44.6 minであり、平均で43.20 minであった。また平均歩行速度は、1.28 m/sec～1.34 m/sec（4.47 km/hour～4.84 km/hour）であり、平均で1.287 m/sec（4.633 km/hour）であった。歩行軌跡を図4に示す。スタート地点Aからゴール地点（ラインセンターB）までの歩行軌跡を見ると、被験者3人の歩行軌跡は合わせりほぼ一致しており、直線上から大きく逸れたり、

表 3-1 各被験者の歩行所要時間と平均歩行速度（A → B）

被験者	所要時間 (min)	平均歩行速度 <sup>注5)</sup>	
		(m / sec)	(km / hour)
a	43.3	1.28	4.60
b	44.6	1.24	4.47
c	41.8	1.34	4.84
平均	43.20	1.287	4.633

表 3-2 各被験者の歩行所要時間と平均歩行速度（B → C）

被験者	所要時間 (min)	平均歩行速度 <sup>注5)</sup>	
		(m / sec)	(km / hour)
a	76.7	1.14	4.10
b	73.8	1.22	4.39
c	67.7	1.29	4.66
平均	72.74	1.218	4.385

表 3-3 各被験者の歩行所要時間と平均歩行速度（C → D）

被験者	所要時間 (min)	平均歩行速度 <sup>注5)</sup>	
		(m / sec)	(km / hour)
a	59.4	1.34	4.81
b	61.4	1.30	4.67
c	59.9	1.32	4.77
平均	60.25	1.319	4.750

表 3-4 各被験者の歩行所要時間と平均歩行速度（D → E）

被験者	所要時間 (min)	平均歩行速度 <sup>注5)</sup>	
		(m / sec)	(km / hour)
a	39.7	1.21	4.37
b	35.2	1.37	4.93
c	38.8	1.25	4.51
平均	37.89	1.279	4.603

道に迷ったような軌跡は見られない。表 3-2 のラインセンター B から C の歩行した結果であるが、所要時間は、67.7 min~76.7 min と幅があり、平均で 72.74 min であった。また平均歩行速度は、1.14 m/sec~1.29 m/sec (4.10 km/hour~4.66 km/hour) と幅があり、平均で 1.218 m/sec (4.385 km/hour) であった。図 4 のラインセンター B からラインセンター C までの歩行軌跡を見ると、被験者 a と c の歩行軌跡は合わさりほぼ一致しているが、被験者 b には、歩行軌跡に差異が見られる。しかし、被験者 3 名ともラインセンター C に到着できたことが確認できる。次に表 3-3 のラインセンター C から D の歩行した結果であるが、所

要時間は、59.4 min~61.4 min であり、平均で 60.25 min であった。また平均歩行速度は、1.30 m/sec~1.34 m/sec (4.67 km/hour~4.81 km/hour) であり、平均で 1.319 m/sec (4.750 km/hour) であった。図 4 のラインセンター C からラインセンター D までの歩行軌跡を見ると、被験者 3 人の歩行軌跡は合わさりほぼ一致しており、直線上から大きく逸れたり、道に迷ったような軌跡は見られない。最後に表 3-4 のラインセンター D から E の歩行した結果であるが、所要時間は、35.2 min~39.7 min と幅があり、平均で 37.89 min であった。また平均歩行速度は、1.21 m/sec~1.37 m/sec (4.37 km/hour~4.93 km/hour)

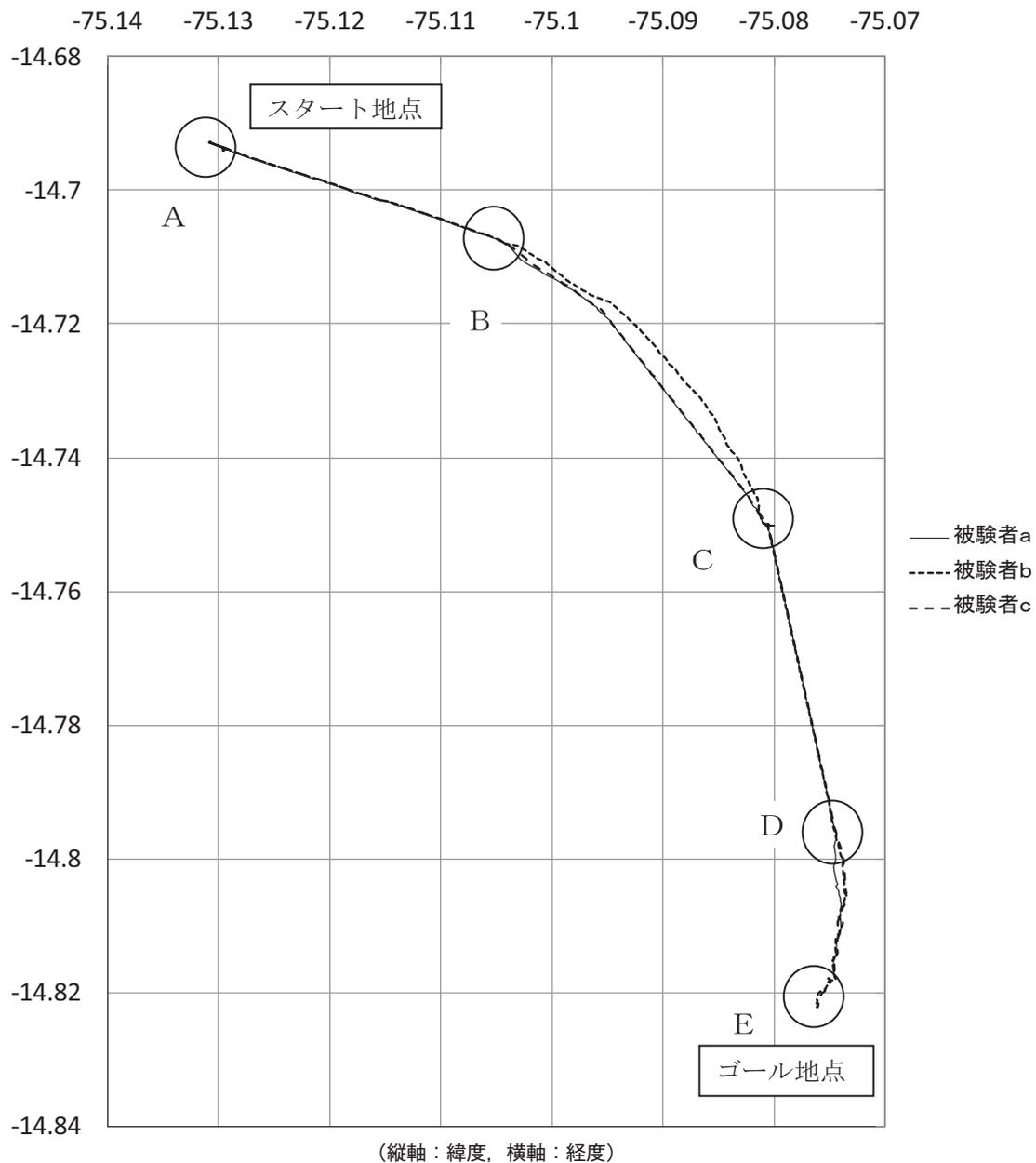


図4 GPSデータ（緯度・経度）による歩行軌跡

と幅があり、平均で1.279 m/sec (4.603 km/hour)であった。図4のラインセンターDからラインセンターEまでの歩行軌跡を見ると、歩行開始直後は被験者bとcの歩行軌跡は合わさりほぼ一致しているが、被験者aには、歩行軌跡に差異が見られる。しかし、途中から被験者3名の歩行軌跡は合わさりほぼ一致し、ラインセンターEに到着できたことが確認できる。

図2の地形図を見ると、AとBの間は等高線

表4 歩行中の心拍数の平均（被験者b）

区間	心拍数 (bpm)
A → B	100.2
B → C	121.6
C → D	126.2
D → E	126.8
平均	118.7

bpm (beats per minute : 1分間の拍動数)



スタート地点Aのスタート直後の地点：  
真直ぐ伸びる直線が確認できる（矢印）



スタート地点AとラインセンターBの中間地点：  
洪水で直線が消えているが、遠方にラインセンターBが見える（矢印）  
図5 ビデオ映像（スタート地点AからラインセンターB）

の間隔が広く平坦であり、BとCの区間では最初は登り坂でその後平坦となる。また、CとDの区間、DとEの区間は緩やかな下り坂である。4箇所区間の平均歩行速度（被験者の平均）を比較すると、登り坂のあるBとCの区間は4.385 km/hourで最も遅いが、4箇所区間のすべてに

おいて、4 km/hour以上の速度で歩行している。

被験者bのみの結果であるため、参考データではあるが、歩行中における心拍数の結果を表4に示す。各ラインセンター間歩行中の心拍数は、100.2bpm～126.8bpmであり、平均で118.7bpmであった。ラインセンターAとB間の歩行中の



ラインセンターBのスタート直後の地点：  
洪水で直線が確認できない、登りであり遠方にラインセンターは見えない



ラインセンターBとCの間地点：  
洪水で直線は確認できないが、遠方にラインセンターCが見える（矢印）

図6 ビデオ映像（ラインセンターBからC）

心拍数が 100.2bpm が最も低く、他のラインセンター間の歩行中は 120bpm 台の心拍数であった。

#### 4. 考察

直線の地上絵には、さまざまな幅と長さのものがああり、歩行できないほど幅の狭いものやどこを

歩いたのか単純には指定できないほど幅が広いものもあり、すべてを歩行路（“道”）として解釈することはできないが、ナスカ台地におけるラインセンターと、ラインセンター間を繋ぐ直線の分析から、南北を繋ぐ歩行路（ネットワーク構造）が存在した可能性を示した<sup>5)</sup>。このラインセンター



ラインセンターCのスタート直後の地点：  
遠方に真直ぐ伸びる直線が確認できる（矢印）



ラインセンターCとDの間地点：  
ラインセンターに伸びる直線があり，遠方にラインセンターDが見える（矢印）  
図7 ビデオ映像（ラインセンターCからD）

間を繋ぐ直線を歩行することができるのかを実証するために、複数のラインセンターを経由し、南北を歩行で移動する実験を実施し、ラインセンター間で迷うことなく歩行による移動ができるのかを検討することにした。

歩行実験の結果、スタート地点Aとラインセ

ンターBおよびラインセンターCとDの間は、歩行の所用時間、歩行軌跡の分析から、被験者3人ともに直線上から大きく逸れたり、道に迷ったりせずにラインセンターに到着することができた。図5および図7に歩行中のビデオ映像を示す。図5のスタート地点Aのスタート直後では



ラインセンターDのスタート直後の地点：  
手前は直線がはっきりしないが、遠方に直線を確認できる（矢印）



ラインセンターEのゴール近くの地点：  
遠方に直線とラインセンターEが見える（矢印）  
図8 ビデオ映像（ラインセンターDからE）

真直ぐに伸びる直線が確認でき、洪水で直線が消えている場所でも、遠方にラインセンターBが見えている。また、図7のラインセンターCのスタート直後では、洪水で直線が消えているが、遠方に進むべき直線が見えている。また、ラインセンターCとDの中間地点でもラインセンターに

伸びる直線があり、遠方にラインセンターDが確認できる。渡邊<sup>11)</sup>は、ナスカ台地上を移動する際に役立つよう、あるいは台地の認知地図の形成を援助できるよう、ラインセンターが配置されていることや、近い指標しか有効でない場合には、地上の石の配列は極めて有効なガイドとなること

など、ラインセンターや地上絵（直線）が移動には有効な指標になることを述べている。また、快適で安全な道路空間の形成のためには、景観の印象や見通しの良さや歩行者の視認性が重要である<sup>7)</sup>、人は移動をする際、外界に存在する様々な情報を利用する。この外界からの情報をうまく利用することで、自分の位置を正確に認知し、目的地までの移動をスムーズに行うことができる<sup>8)</sup>とされている。これらのことから、ナスカ台地は、障害物がなく見通しのよい道路空間であり、遠方に見えるラインセンターや直線を有用な情報として発見し、指標として歩行したのではないかと考えられる。

次にラインセンター B と C の間では、被験者 1 名が他の被験者と大きく異なる歩行軌跡であったが、最終的にはラインセンターに到着することができた。図 6 に歩行中のビデオ映像を示す。図 6 のラインセンター B のスタート直後では、洪水で直線が確認しづらく、また登りであり遠方にラインセンターが確認できない。しかし、歩行を継続してゆくと、洪水で直線は確認できないが、遠方にラインセンター C が見えてくる。このことから、一人の被験者は進むべき直線を見失ったが、遠方にラインセンターが確認できたため、軌道を修正したのではないかと考えられる。ラインセンター D と E の間では、歩行開始直後に被験者 1 名が他の被験者と異なる歩行軌跡であったが、途中から被験者 3 名の歩行軌跡は合わさりほぼ一致し、ラインセンターに到着できた。図 8 に歩行中のビデオ映像を示す。図 8 のラインセンター D のスタート直後では、手前は直線がはっきりしないが、遠方に直線を確認することができる。また、ゴール地点手前では、遠方に直線とラインセンター E を見ることができる。他のラインセンター間の歩行と同様に、遠方に見える直線やラインセンターを指標として軌道を修正し、ラインセンターに到着できたものと思われる。

ラインセンター C から D の歩行に要した所要時間は、59.4 min~61.4 min、平均歩行速度は、

1.30 m/sec~1.34 m/sec であった。第 1 報<sup>6)</sup>での結果では、高速で歩行した被験者 1 名を除き、他の被験者 3 名の所要時間は、59.18 min~65.40 min、平均歩行速度は、1.21 m/sec~1.33 m/sec であり、ほぼ同様の結果が得られた。また、GPS データによるラインセンター C からラインセンター D までの歩行軌跡を見ると、第 1 報と同様に全被験者の歩行軌跡は合わさりほぼ一致しており、直線上から大きく逸れたり、道に迷ったような軌跡は見られなかった。これらのことから、歩行実験の再現性が確認できたものと考えられる。

参考値として示した被験者 B の歩行中の心拍数の結果では、スタート地点 A とラインセンター B 間の歩行中の心拍数が 100.2bpm と最も低く、他のラインセンター間の歩行中の心拍数は 120bpm 台の心拍数であった。ビデオ映像（図 5~図 8）と高分解能人工衛星画像<sup>注4)</sup>を分析すると、スタート地点 A とラインセンター B 間は、他のラインセンター間と比較して、洪水による凹凸が少なく、かつ大きな石等が分布しておらず安定した路面であることがわかる。また、心拍数を測定することによって運動強度を知ることが可能である<sup>9)</sup>。すなわち、心拍数の増加は運動強度が大きいことであり、A と B 間は、安定した路面であったために運動強度が他のラインセンター間よりも低くなったとも考えられる。

ナスカ台地には、洪水等の影響を受ける場所と受けない場所があり、動植物、幾何学図形の地上絵の多くは、洪水等の影響を受けにくい安定した場所に描かれている<sup>10)</sup>。距離が短く効率的な道を構築する場合には、できるだけ迂回などはせずに真直ぐな道を作ることを考えるのが一般的である。しかし、ナスカ台地の南北を繋ぐ効率的な歩行路を建設しようとする時、洪水等の影響を受ける場所を通る必要がある。今回の実験結果から、ラインセンターとそれを繋ぐ直線があれば、歩行によって南北の移動ができることがわかった。

## 5. まとめ

ナスカ台地のラインセンター間の直線上を実際に移動する歩行実験を実施し、複数のラインセンターを經由し、迷うことなくナスカ台地の南北間を歩行による移動ができるのかを検討した。その結果、(1) 南北歩行実験で取り上げた4箇所の間隔のすべてにおいて、目的のラインセンターに到着できたこと、(2) 洪水等の影響を受ける場所においても、歩行路として構築が可能であること、などを示した。今後、ナスカ台地の他のラインセンター間を取り上げ、南北を歩行で移動する実験等を行い、さらに検討したいと考えている。

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究「環太平洋の環境文明史」研究項目 A03「アンデス文明の盛衰と環境に関する学際的研究」（課題番号 21101004）の助成を受けて行われた。

## 注

- 1) 平成16年10月より、山形大学人文学部では「ナスカの地上絵プロジェクト」を開始しており、文化人類学、地理学、心理学、情報科学の研究者による学際的研究を行っている。
- 2) ラインセンターの数とラインセンター間の直線は、今後の分析や現地調査等の結果で修正されるため、確定ではない。なお、現地調査は、ペルー文化省の調査許可を得て実施している。
- 3) ラインセンター間の距離は、人工衛星画像から測定したものであり、数十mの誤差が含まれている可能性がある。
- 4) 分析に使用した高分解能人工衛星画像（QuickBird画像）は、DigitalGlobe社ならびに日立ソフト社との使用契約により、本稿には掲載できない。この人工衛星画像は、軌道高度450kmで地球を周回している衛星より撮影されたものであり、地上分解能は最大で0.61mである。

- 5) 各被験者の平均歩行速度は、GPSデータの歩行軌跡から推定した歩行距離を用いているため、誤差が含まれている可能性がある。

## 文献

- 1) Aveni F. Anthony, (ed.): The Lines of Nazca, The American Philosophical Society, Philadelphia, 1990.
- 2) Sakai Masato y Jorge Olano: Informe Final del Proyecto de Investigación Arqueológica de las Líneas y Geoglifos de la Pampa de Nasca (Segunda Temporada), Ministerio de Cultura del Perú, 55-59, 2011.
- 3) Aveni F. Anthony: Between the Lines: The Mystery of the Giant Ground Drawings of Ancient Nasca, Peru, University of Texas Press, Austin, 2000.
- 4) 大貫良夫, 加藤泰建, 関雄二編: 古代アンデス—神殿から始まる文明—, 朝日新聞出版, 東京, 2010.
- 5) 本多薫: ナスカ台地におけるラインセンター間のネットワーク, 季刊地理学, 第62巻4号, 234-238, 2011.
- 6) 本多薫, 門間政亮: ナスカ台地におけるラインセンター間の移動について—歩行実験による歩行経路と心拍の変化からの検討—, 山形大学大学院社会文化システム研究科紀要, 第9号, 1-12, 2012.
- 7) 平桂子, 庄山茂子: 路面の明度の違いが道路景観の印象と歩行者の見えに及ぼす影響, 人間と生活環境, 第19巻1号, 25-33, 2012.
- 8) 中澤啓介, 北望, 高木健士, 井上智雄, 重野寛, 岡田謙一: ランドマークの視認性に基づいた動的な案内地図作成, 情報処理学会論文誌, 第49巻1号, 233-241, 2008.
- 9) 山地啓司: 運動処方のための心拍数の科学, 大修館書店, 東京, 1981.
- 10) 阿子島功: ナスカ台地の地形分類図と地上絵, 山形大学大学院社会文化システム研究科紀要,

ナスカ台地におけるラインセンター間の移動について（第2報）—南北歩行実験による検証—（本多 薫・門間 政亮）

第4号, 139-149, 2007.

- 11) 渡邊洋一：ナスカ台地の空間認知, 山形大学  
大学院社会文化システム研究科紀要, 第4号,  
151-163, 2007.

# Transferring Between Line centers at Nasca Upland (2nd Report): Walking North-South Feasibility Study

HONDA Kaoru

(Professor, Psychology & Information, Cultural Systems Course)

MONMA Tadasuke

(Researcher, Faculty of Literature and Social Sciences)

This paper describes an experiment seeking to prove the possibility of walking in a straight line between two line centers in the Nasca upland in Peru: specifically, the feasibility of walking in a north-south direction without losing one's way. Results showed that: (1) it was possible to walk all four routes connecting line centers, (2) even at places prone to flooding it was possible to construct walkways.

