

(2) 「歩く」ライフスタイル形成の効果算定

「歩く」ライフスタイルの形成に資する方策の効果を実測する手法について検討を行った。

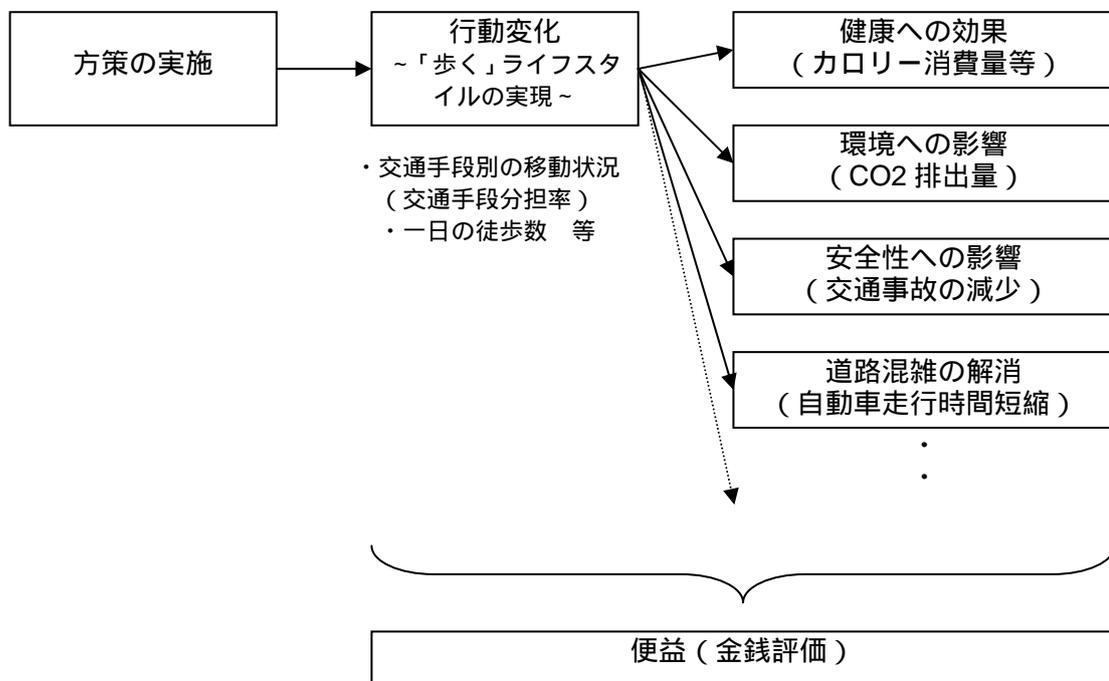
1) 効果算定の方法

前節では、対策の実施が行動変化に結びつく条件についてみたが、実際に行動変化が起こったかどうかは、通常、交通手段毎の利用回数や移動距離、徒歩数等として直接観測し、検証することができる。

また、こうした観測値やその簡単な加工値の意味を、より一般に理解しやすい表現とすることで、例えば、健康面や環境面の効果を算出することも行われており、これらはアウトプット指標からアウトカム指標を算定、推定するといわれ、「歩く」ライフスタイルの形成についてみれば、例えば情報提供など方策の高度化にフィードバックすることも可能である。

さらに、代替案や異なる施策を比較評価したり、費用対効果を検討することを目的とし、これらの指標を便益として、金銭換算することも行われる。

本調査は、健康や暮らしやすさに着目していることから、ここでは、特に健康への効果と環境への影響（特に温室効果ガス排出量の削減効果）について、その評価手法について検討する。



方策の効果計測について

ただし、対策の実施が行動変化に結びつくかどうかを事前に評価するのは難しい場合も多い。

例えば、我が国においては、歩行環境整備が歩行を促進するかどうかについて、交通工学分野においても、心理や公衆衛生分野においても明確な見解は示されていないのが現状である。一方、肥満問題等を背景とし交通と健康との関連に関する研究が活発な米国においては、人工環境だけでは徒歩を促進することが難しく、徒歩を促進する個人的な要因に対して二次的な役割を果たすに過ぎないとの見解が一般的である。

したがって、対策の事後評価は、行動の直接的な観測を通じて比較的正確に行えるのに対して、事前評価には不確定要素が多いことも注意しておく必要がある。

人工環境は身体運動に影響するか？

【米国交通学会における結論】

- ・日常的な身体運動は健康にとって重要であり、不十分な身体運動は主要な、しかし概して回避可能な公衆衛生問題である。
- ・身体運動と健康との間の正の相互関係から、より多くの身体運動を伴うライフスタイルを支援し、身体運動に対する障壁を減少させる人工環境が望ましい。
- ・人工環境を継続的に改変することにより、より運動しやすい環境の提供を支持する政策や実践を行う機会が長期にわたり得られる。
- ・多くの状況において身体運動水準を向上させる機会がある（家で、職場で、学校で、旅先で、レジャーで）。人工環境は各状況において身体運動に影響を与える可能性がある。
- ・より多くの身体運動に結びつくように人工環境を改変する多くの機会と潜在的な政策が存在する。しかし、現在の知見はどの改変が身体運動水準と健康状態に最も影響するかを特定するほど十分ではない。

室町による整理

原典：Transportation Research Board and Institute of Medicine: Do the Built Environment Influence Physical Activity?, Transportation Research Board Special Report 282, 200

2) 健康面の効果

健康面の効果を計測する例として、カロリー消費量を計測する手法、医療費から健康便益を計測する手法について整理する。

カロリー消費量の例

移動によるカロリー消費量(kcal)

= 調査期間中の各個人別走行時間 (人・h)

× 性年齢別利用交通手段別カロリー消費係数 (kcal / 分)

カロリー消費量

交通手段	クルマ	電車地下鉄	バス	自転車	徒歩
(kcal/分)	1.7	2.19	2.19	14.5	3.3

出展：「第6次日本人の栄養所要量」(厚生労働省：平成11年)

健康面の便益評価の例

MEDICAL = C_{me} - C_{me} (円/人・日)

C_{me} : MM実施後の徒歩時間に対応する医療費 (円/人・日)

C_{me} : MM実施前の徒歩時間に対応する医療費 (円/人・日)

1日歩行時間と医療費

1日歩行時間	男性			女性		
	1時間以上	30分 ~1時間	30分以下	1時間以上	30分 ~1時間	30分以下
1人当たり1ヶ月 当たり総医療費 (円)	25,230	29,026	30,177	18,889	20,476	21,693

(大崎国保コホート研究9年間追跡結果(95.1-03.12)より)

3) 環境面の効果

環境面の効果を計測する例として、二酸化炭素排出量を計測する手法、その便益を計測する手法について整理する。

二酸化炭素排出量の例

【個人別の移動距離を利用】

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出量(kg)} \\ &= (\text{区間距離} \times \text{CO}_2 \text{ 排出係数 (g-CO}_2 / \text{km)}) \end{aligned}$$

【車両別の移動距離を利用】

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出量(kg)} \\ &= \text{調査期間中の各車両別走行距離 (km)} \\ &\quad \times \text{CO}_2 \text{ 排出係数 (g-CO}_2 / \text{km)} \end{aligned}$$

【車両別の移動時間を利用】

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出量(kg)} \\ &= \text{調査期間中の各個人別走行時間 (人・h)} \\ &\quad \times \text{平均旅行速度 (km/h)} \\ &\quad \times \text{CO}_2 \text{ 排出係数 (g-CO}_2 / \text{人・km)} \end{aligned}$$

環境面の便益評価の例 (二酸化炭素)

【自動車】

$$\begin{aligned} C_{CO_2} &= C_{CO_2} \times car \times T_{car} \text{ (円/人・日)} \\ C_{CO_2} &: \text{CO}_2 \text{ 1g あたりの費用 (円/g-CO}_2\text{)} \\ car &: \text{クルマの CO}_2 \text{ 排出量原単位 (g-CO}_2\text{/分)} \\ T_{car} &: \text{クルマ利用時間の変化量 (分/人・日)} \end{aligned}$$

【公共交通】

$$\begin{aligned} C_{CO_2} &= C_{CO_2} \times pub \times T_{pub} \text{ (円/人・日)} \\ C_{CO_2} &: \text{CO}_2 \text{ 1g あたりの費用 (円/g-CO}_2\text{)} \\ pub &: \text{公共交通の CO}_2 \text{ 排出量原単位 (g-CO}_2\text{/分)} \\ T_{pub} &: \text{公共交通利用時間の変化量 (分/人・日)} \end{aligned}$$

$$\text{CO}_2 \text{ 1g あたりの費用 (円/g-CO}_2\text{)} = 1,212 \times 10^{-6} \text{ (円/g-CO}_2\text{)}$$

『平成 17 年度自主参加型国内排出量取引制度 (第 1 期) 評価報告書』

2車種分類によるCO₂排出係数

(単位：g-CO₂/km)

		平成 12 (2000)		平成 22 (2010)		平成 32 (2020)	
		小型車類	大型車類	小型車類	大型車類	小型車類	大型車類
区間平均走行速度 (km/h)	10	327.9	1345.6	308.5	1345.5	294.1	1345.4
	20	229.1	1132.5	215.8	1132.5	206.0	1132.4
	30	186.2	962.9	175.5	962.9	167.6	962.9
	40	161.0	835.5	151.7	835.5	144.9	835.5
	50	145.8	750.0	137.4	750.0	131.2	750.0
	60	138.2	706.4	130.3	706.3	124.4	706.3
	70	137.0	704.5	129.2	704.5	123.4	704.5
	80	141.8	744.4	133.6	744.4	127.7	744.4
	90	152.1	826.1	143.4	826.1	137.0	826.1
	100	167.8	949.6	158.3	949.5	151.3	949.5
	110	188.8	1114.8	178.2	1114.8	170.3	1114.7
	120	215.1	1321.8	203.0	1321.7	194.1	1321.7

出典「自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数」(大城, 松下, 並河, 大西)

4) 心理的効果

仮想市場法 (CVM)

心理的効果の計測方法については、特に定まった方法は確立されていない。

旅行費用法(対象地区を訪れる人が支出する交通費や費やす時間をもとに需要曲線を推定し、便益を計測する方法)や仮想市場法 CVM(効果発現シナリオを提示し、その実現に対する支払意思額を把握する方法)が用いられることも多いが、理論的根拠の脆弱性や、精度の低さ等の問題を抱えているのが実状である。

とはいえ、公共事業のアカウンタビリティ向上の要請等を背景とし、CVM は近年実務でも利用されるようになってきている。現在の国土交通省所管公共事業の評価にあたり、CVM の適用を位置づけているものとしては、下表のようなものがある。

ただし、適用対象は、必ずしも明確にゆとりややすらぎといった“心理的効果”だけではなく、事業の効果を総合的に捉えるものとして位置づけられている。

公共事業評価の CVM への適用状況

事業名	適用対象効果等	マニュアルにおける位置づけ	マニュアル名
河川・ダム事業 (河川環境整備事業)	河川利用の推進 水質の改善 自然環境の改善	CVMの実施手順の記載有り	河川に係る環境整備の経済評価の手引き(試案)
河川・ダム事業 (ダム周辺環境整備事業)	環境改善	CVMの実施手順の記載有り	ダム周辺環境整備事業における費用便益分析の手引き(案)
海岸事業	海岸環境保全 海岸利用	CVMの実施手順の記載有り	海岸事業の費用便益分析指針(改訂版)
都市再生総合整備事業(拠点整備型)及び市街地環境整備事業	施設存在便益 市民文化向上 歩行者移動サービス向上 上下移動快適性向上 悪天候対応快適性向上 人車錯綜回避	CVMが適用可能である旨の記載有り	都市再生総合整備事業及び市街地環境整備事業の新規採択時評価マニュアル(案)
下水道事業	生活環境の改善 公共用水域の水質保全	CVMの実施手順の記載有り	下水道事業における費用対効果分析マニュアル(案)
都市公園事業	遺跡・史跡の保存・保護 希少動植物の生息 土砂災害の防止 親水空間の提供 等	特殊ケースの場合の便益計測のガイドラインとして、CVMの実施手順の記載有り	小規模公園費用対効果分析手法マニュアル
		CVMが適用可能である旨の記載有り	大規模公園費用対効果分析手法マニュアル
港湾整備事業 (港湾環境整備事業)	港湾環境整備による緩衝・修景機能、休息機能、自然環境の改善機能	CVMが適用可能である旨の記載有り	港湾整備事業の費用対効果分析マニュアル
		CVMの実施手順の記載有り	港湾投資の評価に関する解説書2004
観光基盤施設整備事業	満足度向上 利便性向上 地域的外部効果	CVMの実施手順の記載有り	観光基盤施設整備事業における費用対効果分析マニュアル

ストレス指標

交通混雑、交通事故の危険性等によるストレスを計測した例が報告されている。血液、尿、唾液の採取、心拍や心電図の物理計測、アンケート等により把握されている。

ストレス指標の例 1

指標	測定項目	内容等	試料
—	アンケート	主観的ストレス、混雑度、休日の過ごし方など	—
心理	POMS（気分プロフィールテスト）	活気、抑うつなど7因子の気分尺度による心理指標	—
生理	アミラーゼ活性	交感神経活動（ストレス時に上昇）	唾液
	17-OHCS	内分泌ストレス（ストレス時に上昇）	尿
	17-KS-S	潜在的ストレス対応力（ストレスに耐え得る力）	尿
認知	精神機能バッテリーテスト	認知機能（切り替え、注意・抑制力）	—
物理	心拍数、末梢血流	交感神経活動、副交感神経活動	—

交通の健康学的影響に関する研究（2006，国土交通政策研究所）

ストレス指標の例 2

指標	項目名		ストレス時の変化	
ストレス指標	コルチゾル	血液	↑	ストレス時に副腎皮質から分泌。ストレス指標として古典的に用いられる
	MHPG	血液	↑	ノルアドレナリンの代謝産物であり、中枢ストレス（心理ストレス）を良く反映する指標として用いられる。
	sIgA	唾液	↑	ストレス応答がよく、検体採取が比較的容易なため、近年よく利用されている。
	アミラーゼ活性	唾液	↑	交感神経系の反応に良く反映する。応答時間は速やか。
	VMA	尿	↑	ストレス時、脳内や交感神経系から放出されるアドレナリン、ノルアドレナリンの代謝産物。反応性はあまり良くない。
酸化ストレス関連指標	MDA	血液	↑	過酸化脂質。血小板凝集による血栓形成、動脈硬化、老化の成り因との関連性が強い。この上昇は血管性疾患のリスク要因となる。
	SOD 活性	血液	↑	活性酸素を押し返す働きがあり、虚血、老化、発ガン、炎症、細胞の錆び付き、動脈硬化などの予防にも寄与。
	8-OHdG	尿	↑	DNAの酸化損傷物。
	イソプロスタニン	尿	↑	細胞膜損傷の指標。
免疫指標	NK細胞活性	血液	↓	生体防御、免疫監視機構を推測する。（ガン免疫力の指標）
	リンパ球数、顆粒球数	血液	↓	
感性指標	HVA	尿	↑	ストレス時、脳内や交感神経系から放出される、ドーパミン（快感などに関わる）の最終代謝産物。
	5-HIAA	尿	↑	ストレス時、脳内や交感神経系から放出されるセロトニン（幸福感に関わる）の最終産物。
心理指標	質問紙			（質問紙形式による心理状態の把握）

（注：ストレス時の変化での↑(上昇)や↓(下降)については、ストレス下で必ずしも上昇（下降）しない場合もある。）

交通の健康学的影響に関する研究（2005，国土交通政策研究所）

生理的・精神的・心理的効果の計測例

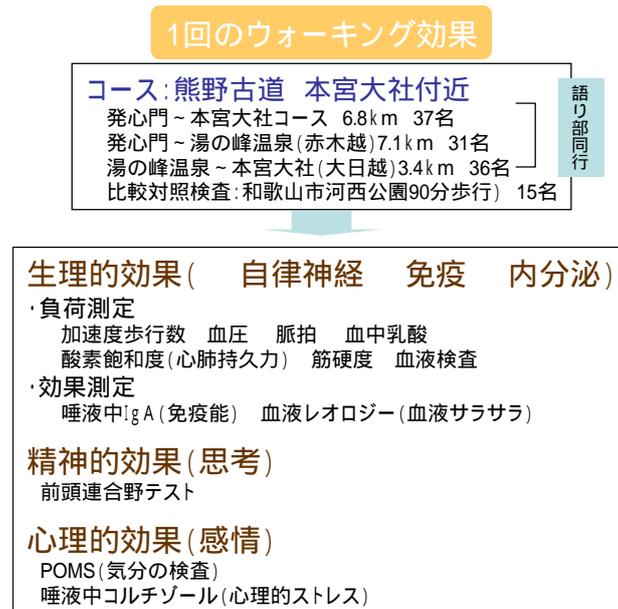
熊野古道において、熊野古道ウォーキング調査プロジェクトチーム（和歌山県・和歌山立医科大学・和歌山大学・日本福祉大学・（財）和歌山健康センター）が実施したウォーキングの生理的、精神的、心理的効果を計測した例を以下に整理する。

【調査の目的】

- 熊野古道の自然環境や立地条件等に着目し、語り部とともにゆっくり歩く熊野古道ウォーキングが及ぼす心身への健康効果を明らかにする。

【調査の方法】

- 1回のウォーキング効果
 - 実施時期：11月下旬～12月中旬
 - 参加者数：延べ120名程度
 - 方法：1回の熊野古道ウォークの前・中・後で、生理的効果（免疫能、内分泌代謝、自律神経機能）、精神的効果（思考）、心理的効果（感情）について調査



- 2ヶ月トレーニング効果
 - 実施時期：12月中旬～2月中旬
 - 参加者数：39名程度
 - 方法：2ヶ月間にわたり、熊野古道ウォークと平地公園ウォークをそれぞれに、概ね週3回、1回あたり60分間、習慣的に実施してもらい、2ヶ月前後で生理的効果、心理的効果、行動変容について調査

2ヶ月トレーニングの効果

熊野古道トレーニング 11名
平地公園トレーニング 18名

生理的効果(自律神経 内分泌 筋力)

・効果判定

血圧 内臓脂肪面積・体力測定 血液レオロジー
血液検査 大腿部筋断面積

心理的効果(思考)

POMS(気分の検査)

行動変容

生活習慣に関する関心度

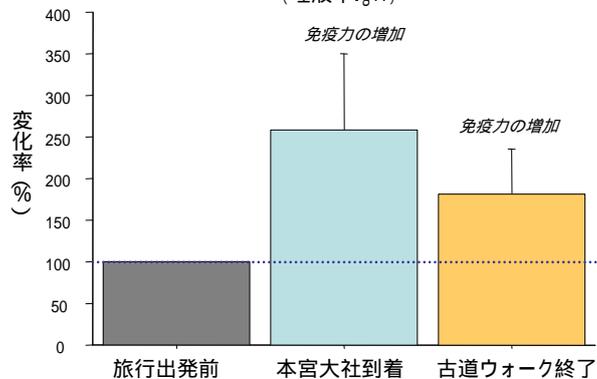
【結果の概要】

1回のウォーキング効果

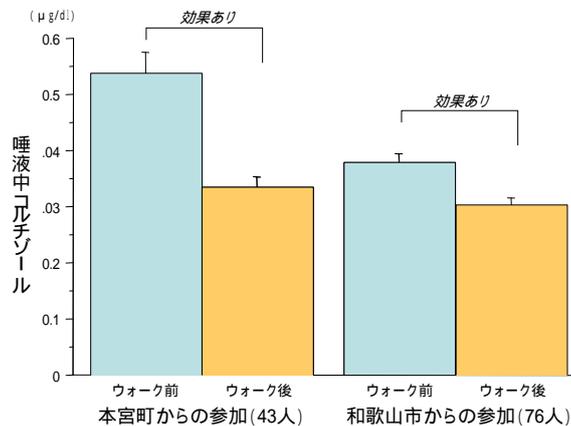
1回の古道ウォークを行った結果、ストレス軽減、免疫力増加、リフレッシュ、足の筋肉への適度な刺激など、多くの効果を確認。特に、和歌山市内からの参加者の免疫力は、熊野本宮へ到着した時点で増加。また心理的ストレスの軽減、気分の改善効果が見られた。

和歌山市内からの参加者の免疫能の変化

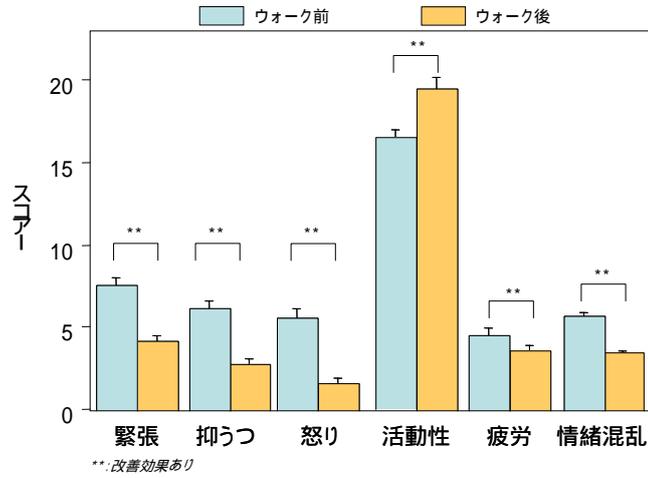
(唾液中IgA)



熊野古道ウォークによるストレスの改善



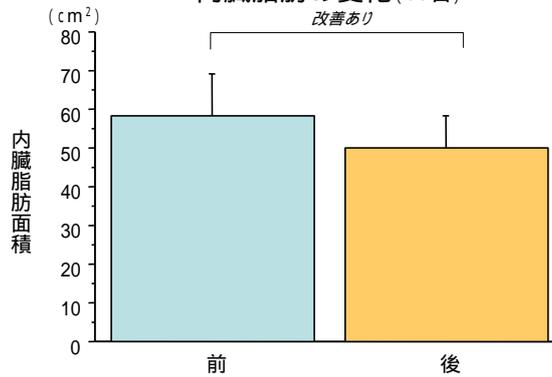
熊野古道ウォークにおける気分の変化
(117名)



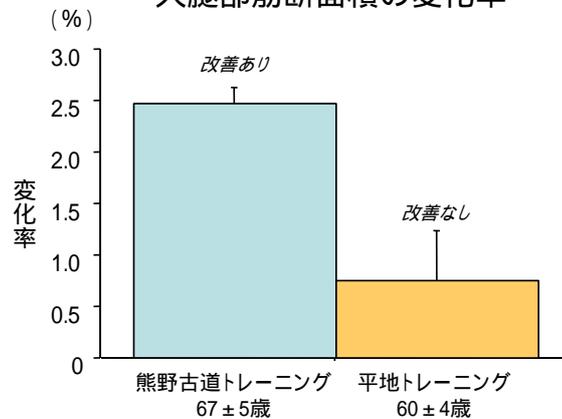
2ヶ月の運動効果

2ヶ月間にわたり古道ウォークを行ったグループは、内臓脂肪の減少、心肺機能の増加、下肢筋力の増加などの改善効果が得られた。

2ヶ月の熊野古道トレーニングによる
内臓脂肪の変化(11名)



2ヶ月トレーニングによる
大腿部筋断面積の変化率



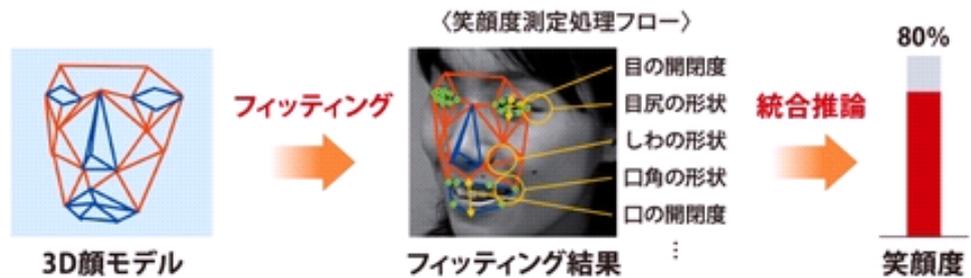
笑顔の計測

採取した血液、唾液、尿等から生理反応を計測し、そこから心理的效果を把握する方法は、医学・衛生学による生理 - 心理の相関関係に関する研究結果に基づくものであるが、より直接的に心理的效果を計測する方法として、人間の表情を観測する方法も考えられる。

これまで、社会基盤整備の効果計測に利用された実績はないものの、近年の計測機器の進化等により、技術的には可能といえる。

カメラ画像からリアルタイムの表情を判別する技術

カメラの画像の中から顔を検知し、リアルタイムに笑顔度（0～100%）を自動測定する。表情によって変化する目や口の形、顔のしわなどの情報を元に、笑顔度合いを測定する。



顔に現れる笑顔の特徴(一例)

目が細くなる

目じりが下がる



しわができる

口が開く

口角が上がる



資料：OMRON