

고령자를 위한 모니터링 시스템

오오타 시게루(太田 茂) 가와사키(川岐)/의료복지대학 의료정보학과

일본의 사회복지적 정보기술에 대해 3회 째 연재를 하고 있다. 우리 나라도 장애인이나 고령자 저학력자를 위한 정보통신 기술의 개발이 이뤄지고 있긴 하지만, 아직은 미흡한 실정이다. 사회복지적 정보기술은 반드시 필요한 부분임에도 불구하고, 연구개발이 진척되지 않고 있는 것은 역시 국가적 차원에서 기술개발과 개발된 기술의 수요를 창출해 줄 수 있어야 한다. 즉, 사회복지의 정책이 정보통신 분야로 확대되어야 함을 의미한다. 이에 일본의 고령자를 위한 정보기술 모니터링 시스템을 소개하고자 한다. <편집자 주>

다

가을 22세기초 일본은 4명 중 한 명이 고령자라는 초고령 사회가 되리라 예상하고 있다. 급속한 장수인구 증가와 소자녀화 현상은 필연적으로 고령자 수를 증가를 가져오고 있다. 그와 함께 고령자들의 독거 생활에 불안 요소가 많기 때문에 적절한 지원 체제가 필요하다.

고령자 모니터링은 왜 필요한가

독거 고령자용 시스템으로 유명한 것은 소형 무선기를 이용한 긴급통보 시스템이다. 복지 선진국 덴마크에서는 무선기를 사소한 용건으로 이용해도 무방하다고 하는데 일본에서는 수요에 따른 시스템 제약으로 생명에 관련되는 경우에만 사용하도록 하는 지역이 많다.

부주의하게 잘못 사용되는 일이 없도록 뭐가 뭔지 잘 모르는 발신기가 긴급 시에 유용하게 쓰일 수 있을 지, 기능이 잘 된다고 해도 불려진 쪽에서 보면 갑작스런 통보로 인해 전 어떤 일이 일어났는지 잘 몰라 난감해 하는 일이 생길 수 있다.

독거 고령자를 대상으로 한 장기 모니터링의 역할은 바로

거기에 있다. 무엇보다 모니터링이 필요한 것은 독거 고령자 뿐만은 아니다.

부부 두 사람 모두 고령자인 세대도 많고, 가족과 동거하거나 시설에 입주해 있는 고령자나 장애인에 대해서도 가족이나 직원을 대신해서 24시간 연속해서 돌봐주는 별도의 눈이 있으면 안심이 된다. 다만 피험자 수가 2인 이상의 경우는 개인 식별 기능이 필요하기 때문에 시스템이 복잡해진다.

더구나 고령자나 장애인의 사고는 집안에서만 일어나는 것은 아니다. 고령자의 모니터링으로 최근 인기가 있는 것은 배회벽이 있는 고령자의 추적을 목적으로 하는 것이다.

그러나 집 밖의 넓은 범위에 걸쳐서 존재 장소를 특정해 즉시로 통보하기 위해서는 대규모 장치가 필요하다. 그래서 본 원고에서는 집안 모니터링을 중심으로 알아보기로 한다.

고령자 모니터링의 사용방법

한 마디로 고령자 모니터링이라 해도 실현 방법은 천차만별이다. 앞서 말한 배회 노인 추적 시스템은 넓은 범위에 걸쳐 수색할 수 있도록 GPS나 PHS를 구사하는 구성으로 되어 있는데 무선기를 항상 휴대하고 있어야 하고 안테나를 의복의 표면

에 배치해야 하는 어려움이 있다.

의복에 넣고 꿰맨다해도 기기 부분을 작고 가볍게 하지 않으면 떨어져 나갈 지도 모른다. 몸의 일부에, 예를 들면 정수리에 무선기를 꽂으면 확실한 통신이 가능하지만 사회가 이를 허락할까?

집안으로 한정시킬 때는 취침 중이거나 목욕 중의 심전도, 취침 중의 체온, 호흡수, 대소변의 배설량이나 배설 속도를 측정하는 것이 가능하며 바이탈 사인이라 불리는 생체 정보를 무구속적으로 채취할 수 있지만, 장기간의 연속 측정을 하려면 내구성이나 경제성이 문제가 된다.

또 문이나 창이 개폐시각, 가전제품의 사용 시간, 더 나아가 전력, 가스, 수도 사용량 등의 라이프라인 정보 측정도 기술적으로는 가능하지만 냉장고처럼 사람의 존재에 관계없이 기동 정지하는 기기도 많아 측정결과와 피험자의 생활상황과의 관련성이 의심스럽다.

이러한 배경에서 사람의 존재를 감지하는 단순한 센서가 오히려 적절하다고 생각한다. 이하 적외선 센서를 이용한 시스템에 대해서 알아보겠다.

건강한 고령자의 홀로 살기 응원 시스템

값이 싸고 신뢰성이 높아 피험자에게 부담을 주지 않는 방법으로 독거 고령자의 집안에 생활 상황을 연속적으로 모니터 해

이상이 있을 때 마련된 시스템을 개발했다.

홀로 살기를 계속하기 위해서는 자사 수행 능력이나 기력이 불가결하기 때문에 대상자를 [건강한 고령자]로 한정했다. 이 시스템의 목적은 집안에서의 행동을 매일 모니터링에 따라 생활상황을 연속적 혹은 일정량으로 파악하고 독거 고령자의 평소와 다른 징후를 발견하는 것이다.

일상 생활을 방해하거나 본인이 부담을 느끼는 계속방법은 오래 지속할 수 없기 때문에 무의식 무구속 계속 수단으로 사람의 움직임을 감지하는 센서를 피험자 자택에 설치해 비접촉으로 행동 궤적을 관측하고 있다.

대개 독거 고령자를 돌봐주는 것은 거주 지역의 책임이라 생각하지만 가정간호로 시, 군, 면 관계에서 건강한 고령자까지 힘껏 배려하는 여유가 있어야 하지 않을까.

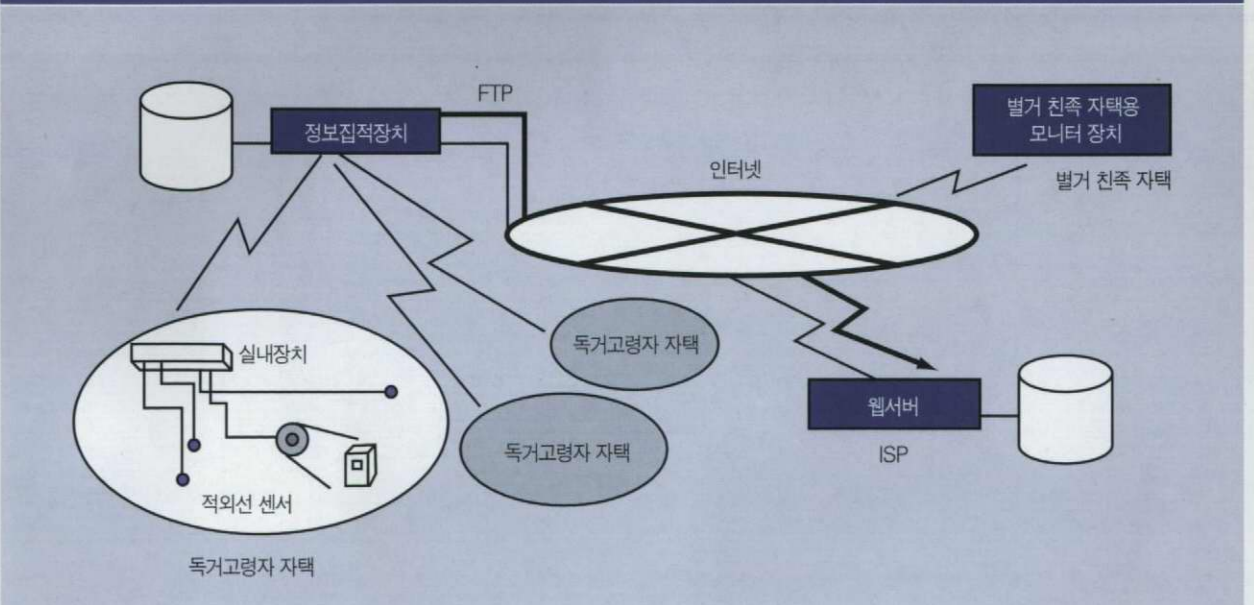
독거 고령자나 고령세대의 안부를 진심으로 걱정하는 것은 떨어져 사는 가족 혹은 친척(이하 별거 친족이라 한다)이다.

그래서 인터넷을 이용해 별거 친족에게 독거 고령자의 생활 상황에 관계되는 정보를 송신하고 모니터해 주는 시스템을 개발했다.

시스템의 개요

이 시스템은 <그림-1>에 표시한 자택 내 장치, 정보 집적 장치, Web 서버 및 모니터 장치로 구성되어 있다.

<그림 - 1> 시스템 구성도



독거 고령자의 집에 설치하는 자택 내 장치는 각 방에 설치한 행동 감지 센서의 감지 정보를 일시에 기억해서 간헐적으로 정보 집적 장치로 전송한다.

정보 집적장치는 최신 정보를 Web 서버로 전송함과 동시에 전 정보를 축적해서 피험자의 생활 상태를 해석하는데 이용한다. 별거 친족은 자택에 설치한 모니터 장치(주로 보통 컴퓨터)를 이용해서 Web 서버로부터 피험자 정보를 각자의 뜻대로 선별해 인터넷용 브라우저를 이용해서 피험자의 생활 상황을 모니터 한다.

Web 서버 유지관리는 프로바이더라 불리는 통신업자에게 위탁한다. 인터넷을 이용하는 이유는 통신비용의 절감 때문인데 비밀유지가 문제되어 프라이버시에 관계되는 전 정보를 암호화해서 방호한다.

모니터링에는 인체가 방사하는 열선(적외선)을 감지하는 초전형 적외선 센서를 이용한다.

이 센서는 사람이 감지 범위에 있으면 켜지고 감지 범위에서 벗어나다가 정지하면 꺼지기 때문에 모든 변화 시각을 기록할 수 있다.

값이 싸기 때문에 피험자 집의 각 방에 설치할 수 있고, 이동

속도나 거리도 포착할 수 있다. 비접촉으로도 이용할 수 있기 때문에 장기간 이용해도 부담감이 없는데, 방문객 뿐만 아니라 고양이나 쥐 등의 조그만 동물에도 반응한다. 방문객은 독거 고령자의 건강확인에 유용하지만 쥐는 순전히 잡음의 원인이므로 곤란한 문제가 많다.

이 문제는 개인 식별 신호를 발신하는 무선기를 언제나 휴대하는 것으로 대응할 수 있는데 심리적인 구속감을 주어 불편함을 줄 수 있다.

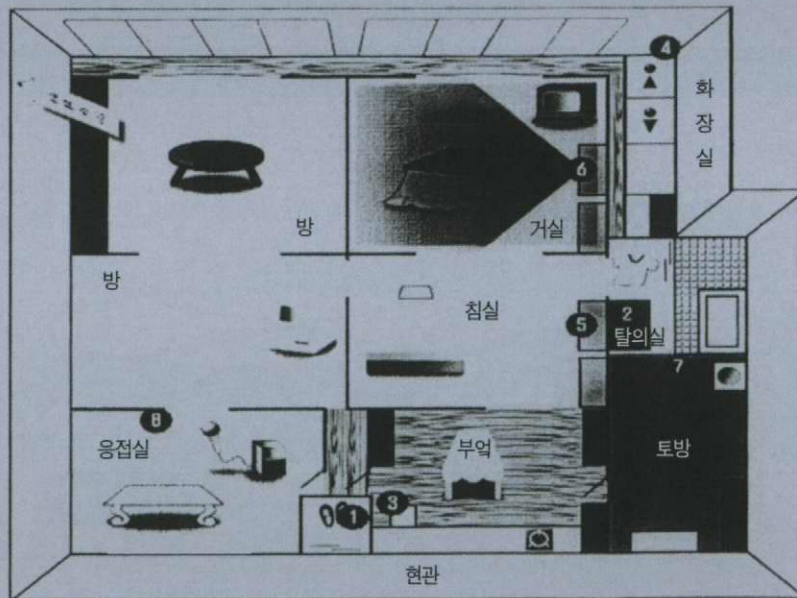
욕실이나 화장실은 사고가 많이 발생하기 때문에 모니터링의 필요성이 매우 높지만 욕실 등의 고온 다습한 환경에서는 센서가 장시간 견뎌낼 수 없기 때문에 탈의장에서의 응답으로 욕실 이용 상황을 추측하고 있다.

본 시스템은 별거 친족의 협력만 얻을 수 있다면 곧 이용할 수 있다.

만일의 경우 피험자의 건강 상태가 조금이라도 의심될 경우에는 전화로 본인이나 근처에 사는 사람에게 문의해서 원인을 구명하고 병이나 부상의 경우에는 거주 지역의 가정간호나 구급차 출동을 요청하는 것으로 대응한다.

체온, 호흡수, 의식 등의 바이탈 센서나 전력, 가스, 수도 등

〈그림 - 2〉 행동 궤적도



의 라이프라인 정보는 이러한 경우 판단에 도움이 되기 때문에 경제적으로나 심리적으로 문제가 없으면 계속하는 것이 좋지만 꼭해야만 된다는 것은 아니다.

모니터링 결과의 평가 방법

앞서 말한 시스템을 이용해서 80대 후반 4명의 독거 고령자를 대상으로 집안에서의 행동을 4개월간 계속했다. 그 평가 방법에 대해서 말하기로 하겠다.

● 행동 궤적 추정

〈그림-2〉는 어느 피험자 집의 방 배치도로 각 센서의 응답상황을 센서 번호나 감지 범위의 색을 바꿔서 표시한다. 과거의 응답 상황을 비디오의 빨리감기처럼 시간을 압축해서 표시하면 피험자의 집안에서의 행동을 움직이는 그림으로 파악할 수 있다.

인간의 행동양식 인식능력은 매우 높기 때문에 피험자의 생활 환경을 숙지하고 있는 사람이라면 이 움직이는 그림으로부터 많은 정보를 얻을 수 있다.

또 각 센서의 응답상황을 〈그림-3〉에 표시한 것처럼 그래프

로 표시하면 각 시각에 따른 피험자의 소재가 일목요연하게 되어 생활 상황을 보다 정확하게 추정할 수 있다.

● 센서간 추이표와 집안에서의 이용량

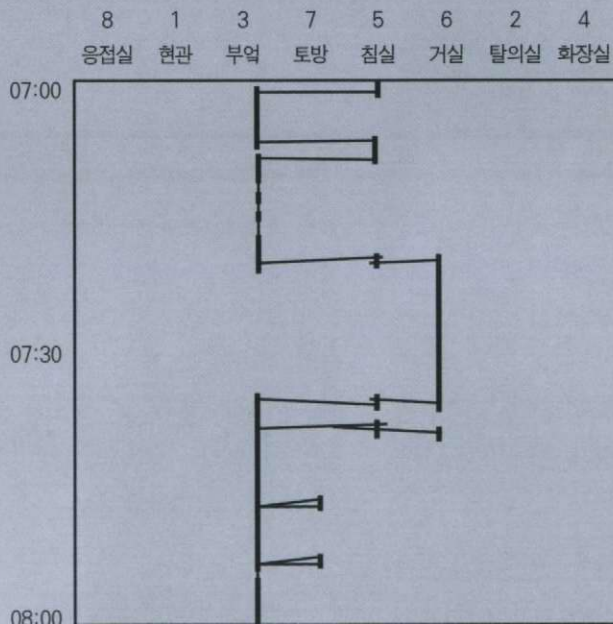
〈그림-4〉의 좌측에 있는 피험자의 센서간 추이표는 어느 방에서 다른 방으로의 추이량을 요소로 하는 매트릭스이고, 우측은 그것을 그래프화한 것이기 때문에 피험자의 생활 양식에 대한 한 단면을 나타낸다.

또 아래측은 과거 30일간의 평균치가 되는 매트릭스와 그래프로 피험자의 평균적 행동양식을 나타낸다. 두개의 그래프에서 일련의 행동 양식이 대충 서로 통하고 있다는 것을 알 수 있다.

이 유사성은 많은 고령자에게서 볼 수 있는 특성으로 이 사실로부터 최신정보를 과거의 축적 정보와 비교해서 유사한 날의 많고 적음에 따라서 평상시의 일과와 비평상시의 일을 판별할 수 있다.

센서간 거리는 이미 알고 있으므로 추이표로부터 집안에서의 이동량도 알아낼 수 있다. 이 수치는 병으로 몸져누운 날이나 외출할 때는 감소하기 때문에 피험자의 건강상태를 나타내

〈그림 - 3〉 시각별 추이도



는 지표로 이용할 수 있다. 감소의 이유는 본인에게 물어보면 간단하게 알 수 있지만 현관 센서의 응답상황으로도 추측이 가능하다.

●응답상황 그래프

〈그림-4〉는 센서 응답회수의 시간적 변동을 나타내는 그래프로 또한 피험자의 행동양식의 한 단면을 나타낸다.

피험자의 기상, 식사, 취침 등의 시각은 약간의 변동은 있어도 대개 고정되어 있기 때문에 하루하루의 변동 양식에는 강한 유사성을 갖고 있다. 시간 변동을 포함해 신호 파장 형태의 유사성을 판정하는 것은 음성인식의 세계에서는 당연한 것이다.

따라서 음성인식 기술을 이용해 각 센서에 대한 최신 데이터를 과거 축적 데이터와 비교하면 유사일 수의 많고 적음에 따라서 평상시와 비평상일을 판별할 수 있다.

●체류시간 감시

이 시스템은 과거의 계측치를 기초로 방마다 최대 체류시간을 설정해서 자동적으로 경보를 발신하는 기능을 첨가했다. 화장실이나 욕실에서 매우 유용하며 꼭 필요한 기능이다.

역치 설정이 곤란한 방안이나 침실에서도 과거의 계측결과로부터 각 센서의 시각별 응답 간격의 허용량을 산출해서 역치를 동적으로 변경하는 것으로 대처할 수 있다.

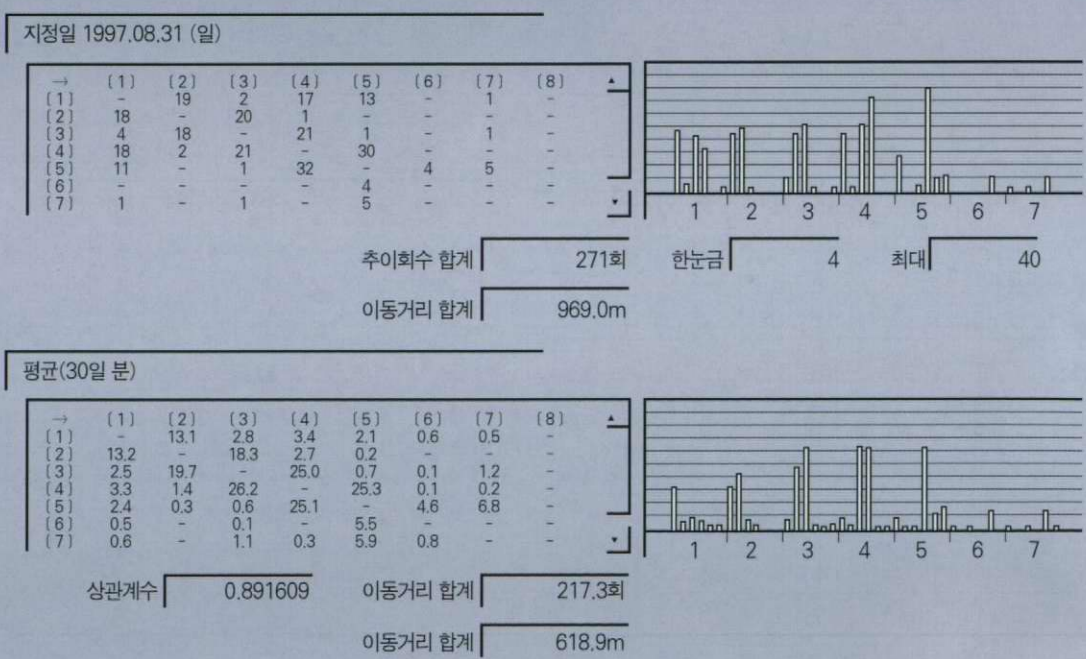
모니터링으로 알 수 있는 것

이전에는 취침중의 심전도를 계측했었다. 그러나 독거 고령자가 집안에서 생활하는 행동양식이 매우 유사하기 때문에 바이트 사인이 없더라도 과거의 계측 수치와 조합하는 것으로 현재의 생활상태를 어느 정도 측정할 수 있다.

[측정방법으로는 현재 적외선 센서가 주로 이동되고 있다.] 다만 이 센서의 계측 결과로 건강상태를 운운하는 것은 어렵고 피험자가 평소와 같은가 아닌가 하는 정도만을 판단할 수 있다. 여기에서 말하는 [평소]라는 것은 과거 일반적 경향과의 유사상태를 말한다. 따라서 아래에 나타나는 상태는 [평소와 다르다]는 것이 된다.

- 어느 방에서 체류시간이 설정치를 초과
- 계측치수가 통계 허용량을 일탈
- 최신 변동 양상이 과거 평균 양상과 불일치

〈그림 - 4〉 센서간 추이표



여기에서 첫 번째로 말한 체류시간은 정확하게 계측되어 자동 검출이나 즉시 경고도 가능하지만 그 외 평소와 다른 상태는 병이나 부상 등의 이상상태와 반드시 같지는 않다.

예를 들면 하루종일 집에 갇혀있는 사람이 외출을 하게 되면 센서의 감지 회수는 감소하고 방문객이 있으면 증가한다. 그러나 이웃이나 방문객의 눈은 센서보다 신뢰할 수 있기 때문에 이러한 낯은 문제가 없다. 외출이나 방문객의 유무는 본인에게 확인하면 곧 알 수 있지만 계측 결과로도 어느 정도 추측할 수 있다.

모니터 중에 평소와 다른 상태가 발생한다면 그 발견자는 곧 본인 혹은 이웃에게 전화로 문의하는 등의 방법으로 원인을 구명한다.

문의 결과 건강상태에의 영향, 예를 들면 모니터 담당자인 별거 친족이 가정 간호사나 구급차 파견을 스스로 요청해야 한다. 이러한 긴급 상태에 대비해 별거 친족은 피험자 거주 지역의 구급기관 이용방법에 대해 사전에 알아 둘 필요가 있다.

앞서 말한 것처럼 평소와 다른 상태에는 외출하거나 방문객이 찾아오는 경우를 포함해서 센서의 오작동이나 잠음 삽입도 있을 수 있기 때문에 모든 경우에 대비해 사람이 확인하는 것을 원칙으로 한다. 의심되는 점을 한가지씩 확인해 가는 수고를 함으로서 실태를 명확하게 하는 효과를 기대할 수 있다고 생각한다.

모니터링 시스템의 한계와 전망

몸조절 변화에 민감한 바이탈사인은 병이나 부상 등의 이상 상태 발생을 순식간에 감지해 통보하는 목적으로 유용하다. 그러나 앞서 말한 것처럼 이것에 대한 많은 센서가 이미 존재하고 있지만 피험자의 협조 없이 채취할 수 있는 바이탈 사인은 거의 없고 센서가 너무 비싸고 내구성이나 조작성에 어려움이 있어 사용하기 힘들다.

또 모니터링은 일종의 보험으로 튼튼하고 오랫동안 써야 하기 때문에 경제적 심리적 부담도 최소한으로 하지 않으면 오래 사용하기 어렵다.

우리가 사용하고 있는 적외선 센서는 산업 분야에서 많이 이용하고 있고 값싸고 튼튼할 뿐 아니라 비접촉 방식으로 계측할 수 있어서 우리가 고집하는 무의식 무구속성에 적합

하다.

단지 센서를 집안 몇 군데에 설치하고 이동 상황을 감지함으로써 독거 고령자의 건강 상태가 어느 정도인가를 추측할 수 있기 때문에 카메라의 필요성은 특별히 느끼지 않는다. 이처럼 심리적 영향이 적다는 점에서는 라이프라인 센서가 뛰어나지만 유감스럽게도 건강 상태와의 연관성은 아주 적다.

쥐 등의 조그만 동물에도 반응하는 적외선 센서의 결점을 보완하기 위해서는 앞서 말한 개인 인식 번호 발신기를 대어 5시간 휴대해야 한다.

피험자에게는 무구속성에 위반되는 행위나 다름없지만 몸에 여러 축의 가속도계를 내장하면 자세나 보행 상태, 더 나아가 운동량 등의 정보를 파악할 수 있어 건강상태를 판정하기가 수월해진다.

다행히도 가속도계는 튼튼한 센서로 가격도 적당하기 때문에 이 가치를 인정해 주는 피험자에 대해서는 항시 몸에 지닐 것을 부탁하고 싶다. 다만 잘 협력해 주는 사람이라도 휴대하는 것을 잊을 수 있다.

그렇다고 해서 휴대를 잊지 않도록 발신기를 피하여 집어넣는 방법은 [본인이 원하지 않는 것을 피험자에게 강요하지 않는다] 라는 우리의 기본 방침에 위배되는 사항이라 절대로 채용하지 않는다.

마지막으로

고정밀도 계측과 무의식 계측은 본질적으로 모순되는 요소를 갖는 개념으로 우리는 측정 정밀도 보다도 오랫동안 지속성을 우선시하는 무의식계측에 매달려 왔다.

그 결과 가격이 싼 센서를 사용해서 약간의 잠음을 각오하더라도 고령자 행동양상의 유사성을 증명할 수 있었다. 무엇을 얻기 위해서는 무언가를 체념하지 않으면 안된다.

우리의 시스템은 기존의 긴급통보 시스템의 한계를 보완하는 것으로 개발되었지만, 실은 양자를 병용하면서 서로 보완하기 때문에 보다 확실한 독거 고령자의 지원체계가 실현될 것이다. 또 현행 시스템에서는 모니터링용으로 설치된 자택 내 통신망으로 밖에 이용되고 있지 않지만, 잘만 이용하면 독거 고령자의 고독감이나 불안감의 경감에도 유용하게 쓰일 수 있다. 