

植物工場産野菜に関する知識と不安度との関連性

The Relationship between Knowledge of and Anxiety Toward Vegetables Produced at Plant Factories

矢野 佑樹
Yuki YANO

概要

本研究では、埼玉県春日部市の高校生に対してアンケート調査を実施し、人工光型植物工場野菜に対する認知率、理解度および不安度を測定するとともに、それらの関連性を統計的に分析した。その結果、植物工場の認知率は70%程度で比較的高く、徹底した環境管理下で安定的に野菜が生産されていることはよく理解されている一方、栽培システムや工場野菜の安全性に関しては、理解度向上の余地があることが判明した。また、栄養や味に対する不安が比較的多く見られ、植物工場に関する知識が乏しいほど不安度が高まることが示された。新たな都市型農業の普及や被災地における農業再生の実現には、学校教育等を通じて植物工場に関する理解度の向上を図っていく必要がある。

キーワード：植物工場，人工光，葉物野菜，消費者意識

Abstract

In this paper, a questionnaire survey was conducted among high school students in Kasukabe City, Saitama Prefecture, to measure the level of awareness, understanding, and anxiety regarding vegetables produced at plant factories using artificial light, and to analyze the relationship among them statistically. The results show that the respondents do understand that “vegetables are produced stably under carefully controlled environments,” whereas there is scope for improvement in understanding closed plant production systems and the safety of factory-produced vegetables. It is also found that the respondents feel more anxious about nutritional values or taste of factory-produced vegetables, and the lower the level of understanding of plant factories, the higher the anxiety level. For the diffusion of new urban farming and the realization of agricultural restoration in the areas affected by 2011 nuclear accident, it would be necessary to improve the level of understanding of plant factories, for example, through school education.

Keywords: Plant factory, artificial light, leafy vegetables, consumer perception

目次

1. はじめに
2. 方法とモデル
 - 2.1 調査概要
 - 2.2 データ分析手法
3. 分析結果
 - 3.1 植物工場野菜に関する知識の測定結果
 - 3.2 不安度の測定結果
 - 3.3 不安度に影響を与える要因
4. 結論

1. はじめに

食の安全性に対する不安の高まりや食料供給の不安定化の可能性など、農業を取り巻く様々な問題が生じている。これらの問題を解決するための手段の一つとして、高度に制御された環境下で、外気や土壌の影響を受けることがなく新鮮な作物を安定的に栽培できる「人工光を用いた植物工場」¹⁾が注目を集めている。特に、福島第一原発事故に伴う放射性物質の拡散によって深刻な土壌汚染が生じた地域では、農業再生の手段として人工光型植物工場の導入が積極的に推進されている（福島県農林水産部，2012；Kurihara et al., 2014）。2009年の経済産業省及び農林水産省による予算面での支援等もあり、ここ数年で人工光型植物工場野菜の市場は急速に拡大している。国内の植物工場施設数は2014年3月の時点で383施設あり、そのおよそ半分は蛍光灯やLEDが用いられている人工光型であり、残り半分は太陽光を利用するタイプの施設となっている²⁾（日本施設園芸協会，2014）。

人工光型植物工場では、室内で光量、液肥、温度、炭酸ガス濃度など植物の生育環境をコンピュータで管理することで、これまでにない品質、機能性を備えた作物の生産が可能になっている。例えば、特殊な液肥の使用やLED（赤と青）・蛍光灯の異なる光源の使い分けによって、苦味がなく葉の柔らかい野菜や、腎臓病患者でも食べられるカリウム含有量の少ないレタス等を栽培することができる（中村他，2014）。また、外界とは隔離された空間（完全閉鎖型）で栽培を行うため、場所を選ばずに完全無農薬でクリーンな野菜を計画的に生産することが可能である。さらに、多段式の栽培棚を採用しているため単位面積あたりの生産性が高く、水や肥料等の投入資源利用効率も従来の露地栽培や施設栽培に

比べ圧倒的に高い (Kozai, 2013)。

このように、人工光型植物工場には多くの利点と可能性があるが、克服すべき課題も多い。まず、工場建設、照明・電気・空調設備、機械装置などに多額の初期費用がかかるため、一般農家が植物工場ビジネスに参入するにはハードルが高い点があげられる。空き工場や空きビル、倉庫などの有効活用や低コスト施設の開発がイニシャルコスト低減のポイントになる。また、少ない初期費用で設置できたとしても、電気代に起因するランニングコストの高さは、人工光型植物工場で栽培される作物の普及の足かせになっており、商業ベースに乗る作物は葉物野菜やハーブ等に限定されているのが現状である (Yamori et al., 2014)。今後の研究開発と技術開発により消費電力の低減が実現すれば、栽培品目の拡大やより安定した経営が可能になると考えられる。

これらの技術的な問題に加え、人工光型植物工場野菜はまだ流通を始めたばかりであり、その生産システムや製品の品質に対する理解が浸透していない状況にある。消費者の中には、太陽光ではなく人工光を利用することや、土を使わない方法で栽培を行うこと (水耕栽培) に対して強い抵抗や不安を感じる人もおり、特に、工場野菜の栄養価や味に関する不安や誤解が多いことがこれまでの調査・報告で明らかになっている (三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング, 2013)。今後の植物工場産業の発展による新たな都市型農業の普及 (国内農業の強化) や被災地における農業再生のためには、このようなマイナスイメージを払拭していくことが不可欠であるが、これまで工場野菜に対する不安の要因分析を行い、何が不安の払拭に繋がるのかを明らかにした研究はない。もし工場野菜に対する不安が認知率や理解度の低さに起因するのであれば、長期的には学校教育等を通じてそれらの改善を図っていく必要がある。特に、若年層の理解度を向上させていくことが、産業の持続的な発展にとって重要であると考えられる。

そこで、本研究では、高校生を対象としたアンケート調査を実施し、若年層の人工光型植物工場野菜に対する認知度、理解度および不安度を定量的に把握する。その後、不安度に影響を与える要因を統計的手法によって明らかにする。あわせて、今後植物工場の普及を推進していくとするならば、どのような方策が必要になるのかを検討する。

2. 方法とモデル

2.1 調査概要

平成 27 年 6 月 16 日に埼玉県春日部市にある春日部共栄高等学校の生徒 66 名を対象に、質問票による調査を実施した。調査項目は以下の通りである。

(1) 事前情報・認知

まず、人工光型植物工場の認知率を把握するために、その生産システムに関する簡単

な説明をした後（レタス等の野菜が室内で人工光〔蛍光灯やLED〕と水、液体肥料によって生産されている）、そのような植物工場のことを知っているかどうかをたずねた。また、「知っている」と回答した者には、認知経路についても回答を求めた。

(2) 人工光型植物工場に関する知識

人工光型植物工場に関する知識の獲得度（理解度）を測定するため、正誤問題12問に回答してもらった。各質問項目とその正答を表1に示す。一般的に、クイズ形式による正誤判定に基づく知識測定は、自己評価・報告に基づくものに比べて、より客観的な測定方法であると考えられ、以前から使用されてきた（鈴木，2014）。例えば、樺田（2008）は看護学生に対して放射線に関する基本的な質問12項目を正誤判定させ、放射線に関する一般知識の獲得度を測定している。

表1 人工光型植物工場に関する質問項目と正答

項 目	正 答
Q1 天候や季節の影響を受けない	○
Q2 養分が豊富な土が使われている	×
Q3 光や液肥の調節によって、ビタミンなどを増やせる	○
Q4 調理する前の水洗いは必須である	×
Q5 出荷前に繰り返し洗浄されているため、栄養価が低い	×
Q6 栽培開始から出荷まで人の手に一切触れない	○
Q7 日光を浴びていないため、栄養価が乏しい	×
Q8 植物工場の場所は、農業に適した土地を選ぶべきである	×
Q9 収穫された野菜は、工場内で包装されている	○
Q10 農薬を用いる必要は一切ない	○
Q11 従業員が栽培室内に入るときの服装は自由である	×
Q12 調理の際、捨てる部分が少ない	○

出所：筆者作成

(3) 植物工場野菜に対する不安

植物工場野菜の「衛生面・清潔さ」、「農薬などの付着物」、「栄養価・成分」および「味・食感」の4項目それぞれに対する不安度について、「安心（1点）」から「不安（5点）」まで5件法で評定を求めた。4項目に分けた理由は、回答者が植物工場野菜のどのような側面に対して不安を抱いているのかを明らかにするためである。なお、今回の調査では、屋外で栽培された野菜を基準として不安の程度を評価してもらった。

2.2 データ分析手法

ここでは、本研究で用いる分析手法について述べる。まず、人工光型植物工場の認知率および正誤問題の正答率を算出した後、工場野菜に対する不安度に項目間で差があるかど

うかを分散分析によって検定する。もし、有意な差が認められた場合は、どの項目間に差があるのかを多重比較法（Bonferroni、Šidák、Holm の 3 つの方法）によって検討する。

その後、植物工場に関する事前情報や理解度が総合的な不安度にどのような影響を与えるかを明らかにするために重回帰分析（OLS）を行う。上述の通り、不安度は 4 項目についてたずねるため、全ての項目の得点（5 件法での得点）を合計したものを総合的な不安度とし、これを従属変数とした。独立変数には、正誤問題の正答率および事前情報ダミー（「知っている」= 1、「知らない」= 0）を用いる。植物工場に対する理解不足や誤解からその製品に対して不安を抱くケースが考えられるが、逆に、知識を獲得してしまうことが不安を増強させる場合もあるため、どちらの変数の係数も正負両方の符号を取りうるものと想定される。統計分析には、エクセル統計 2012（SSRI, 東京）を使用した。

3. 分析結果

3.1 植物工場野菜に関する知識の測定結果

まず、人工光型植物工場（野菜）を「知っている」と回答した者の割合は 71% であり、半分以上の生徒がこのタイプの植物工場を何らかの形で知っていたことがわかった。認知経路は「テレビ」が 89% と圧倒的に高く（図 1）、人工光を利用した植物工場がニュース番組等で取り上げられる機会が増え、認知度が高まっていることを示している。また、「インターネット（PC）」（21%）や「スマートフォン」（11%）で植物工場のことを知った生

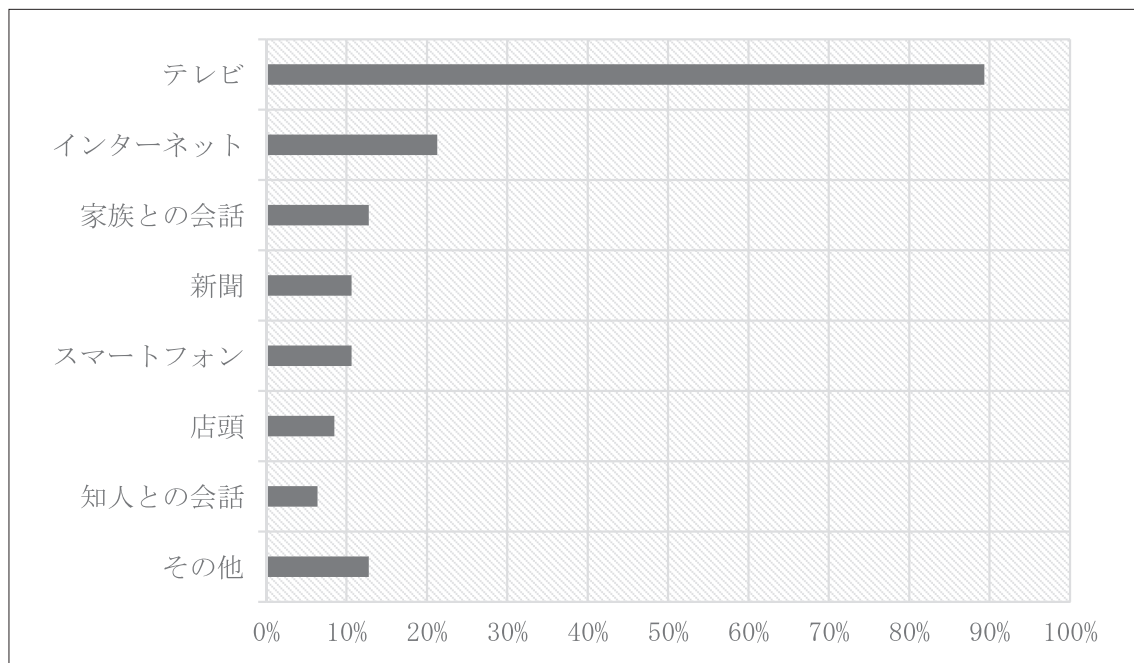


図 1 人工光型植物工場の認知経路
出所：筆者作成

徒も少なくない。認知経路として「店頭」や「新聞」が少ないのは、高校生を調査対象にしたためであると考えられる。

次に、人工光型植物工場に関する正誤問題 12 問の正答率を図 2 に示す。まず、正答率が 90%を超えている項目は、「Q1：天候や季節の影響を受けない」、「Q3：光や液肥の調節によって、ビタミンなどを増やせる」、「Q9：収穫された野菜は、工場内で包装されている」、および「Q11：従業員が栽培室内に入るときの服装は自由である」であり、しっかりと管理された環境で安定的に作物が栽培されていることが良く理解されていることを示している。また、「Q5：出荷前に繰り返し洗浄されているため、栄養価が低い」や「Q7：日光を浴びていないため、栄養価が乏しい」、「Q8：植物工場の場所は、農業に適した土地を選ぶべきである」といった記述が誤りであることも比較的よく理解されていた（80%前後の正答率）。

一方、「Q2：養分が豊富な土が使われている」や「Q4：調理する前の水洗いは必須である」、「Q6：栽培開始から出荷まで人の手に一切触れない」のように、栽培システム（自動化された水耕栽培）に関する項目や製品の安全性に関する項目では正答率が低くなる傾向が見られた。「Q10：農薬を用いる必要は一切ない」に関しても、正答率はそこまで低くはないものの 30%が間違えて回答していた。栽培システムや工場野菜の特徴に関しては、理解度向上の余地が残されていることがわかる。

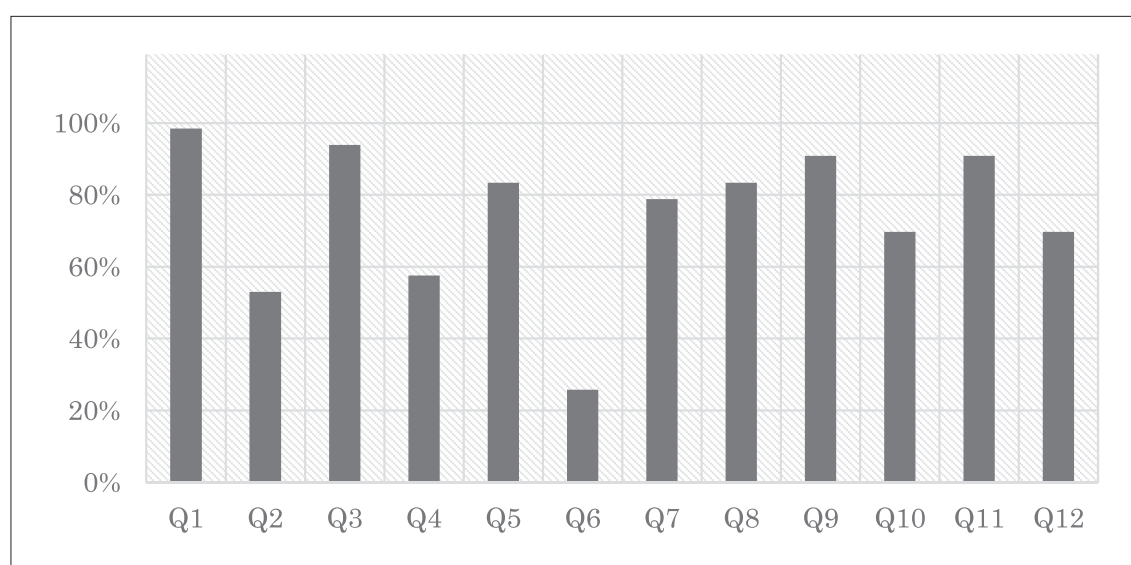


図2 正誤問題の正答率
出所：筆者作成

3.2 不安度の測定結果

人工光型植物工場野菜に対する不安度を 4 項目について測定した結果、図 3 の通り、「衛生面・清潔さ」および「農薬などの付着物」の 2 項目に関しては、「安心」もしくは「ど

「どちらかといえば安心」と回答する生徒が半数以上を占めた（それぞれ83%と67%）。特に、「衛生面・清潔さ」については、「不安」もしくは「どちらかといえば不安」と回答する者の割合が10%を下回っており、不安度が低いことを示している。他方、「栄養価・成分」および「味・食感」に関しては、4分の1程度の回答者が不安を感じており、「安心」もしくは「どちらかといえば安心」と回答した生徒は35%前後しかいなかった。よって、工場野菜の栄養価や味に関して（露地物の野菜と比べて）不安を感じる人が比較的多いことがわかる。

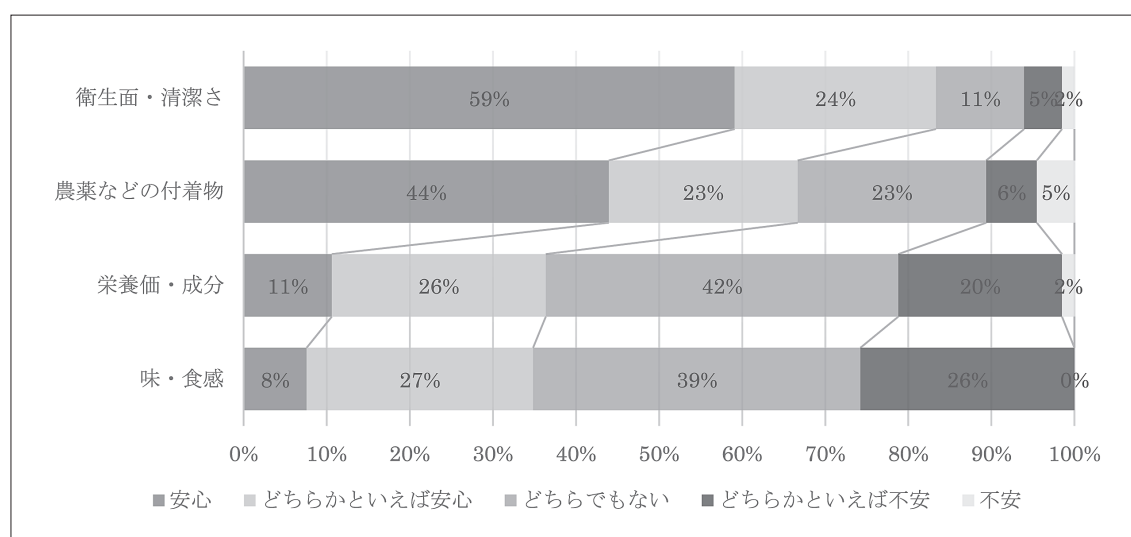


図3 人工光型植物工場野菜に対する不安度
出所：筆者作成

以上のような項目間の不安度の相違が統計的に有意なものであるかどうかを確認するために、分散分析（ANOVA）を用いて平均値の差を検定したところ、 F 値 = 33.74 ($p = 0.000$) となり、1%水準で有意差が認められた。そこで、さらにペアごとの多重比較を行い、どの項目間に差があるのかを検定した（表2）³⁾。

表2 不安度の平均値の多重比較（Holm法）

比較		平均値の差 (B - A)	差の標準誤差	p 値
A	B			
衛生面・清潔さ	農薬などの付着物	2.05 - 1.65 = 0.40	0.139	0.010
衛生面・清潔さ	栄養価・成分	2.76 - 1.65 = 1.11	0.139	0.000
衛生面・清潔さ	味・食感	2.83 - 1.65 = 1.18	0.139	0.000
農薬などの付着物	栄養価・成分	2.76 - 2.05 = 0.71	0.139	0.000
農薬などの付着物	味・食感	2.83 - 2.05 = 0.78	0.139	0.000
栄養価・成分	味・食感	2.83 - 2.76 = 0.07	0.139	0.586

出所：分析結果より筆者作成

その結果、「栄養価・成分」と「味・食感」に対する不安度が「農薬などの付着物」および「衛生面・清潔さ」に対する不安度よりも有意に高いことが示された。「味・食感」の不安度の平均値が一番高かったが、「栄養価・成分」に対する不安度との統計的な差異は認められなかった。また、「衛生面・清潔さ」に対する安心度が最も高いことが判明した。

3.3 不安度に影響を与える要因

人工光型植物工場野菜に対する不安度（4項目の得点の合計）を従属変数とした重回帰分析の結果を表3に示す。この結果から、正答率は不安度に対して有意な負の効果を持っており、事前情報は有意な効果を持っていないことがわかる。すなわち、正答率が高ければ不安度が低くなる傾向があることを示しており、人工光型植物工場に対する理解度が高まれば、それに対する不安が払拭されることが明らかになった。また、不安の低減には、植物工場のことを知っているかどうか（事前情報があるかどうか）ではなく、しっかりと理解しているかどうか重要であると考えられる。

表3 不安度を従属変数とした重回帰分析の結果

説明変数	係数 (t 値)
正答率	-7.581 (-3.31) ***
事前情報ダミー	-0.029 (-0.04)
定数項	14.966 (8.59) ***
自由度調整済決定係数	0.125

注：***は1%で有意であることを示す。

4. 結論

本研究では、人工光を利用した植物工場に対する若年層の認知度、知識の獲得度および不安度を測定し、それらの関連性を明らかにすることを試みた。

今回の調査・分析から、若年層における人工光型植物工場の認知率は7割前後と比較的高く、しっかりとした環境管理下で安定的に作物が栽培されていることはよく理解されている一方、栽培システムや工場野菜の安全性に関しては、理解度向上の余地が残されていることが明らかになった。また、工場野菜の衛生面・安全面については安心だと考える生徒が多かったのに対し、栄養価や味に関しては不安を感じる者が相対的に多かった。さらに、人工光型植物工場に関する知識の獲得が、工場野菜に対する不安度を低減させることが示された。

今後、新たな都市型農業の普及や被災地における農業再生の実現には、植物工場産業の持続的な発展が不可欠であると考えられる。しかし、従来とは違う方法で生産された作物

に対する不安は依然として存在しており、これを放置しておけば、長期的な植物工場産業の発展の足かせになりかねない。したがって、学校教育等を通じて人工光型植物工場に対する理解度の向上を図っていく必要があると考えられる。

本研究の限界としては、サンプルサイズが小さいことや調査対象が限定されていることが挙げられる。人工光型植物工場野菜に関する理解度や不安度は、地域や個人属性によって異なる可能性がある。調査対象範囲を拡大・分散させ、十分なサンプルサイズを確保した上で分析することを今後の課題としたい。

注

- 1) 植物工場は、コンピュータによって高度な環境管理が行われており、従来の施設園芸とは大きく異なっている。
- 2) 植物工場には、太陽光を利用する施設（太陽光型植物工場）も多いが、本稿では人工光を利用した植物工場に焦点を当てる。また、人工光と太陽光を併用するタイプも存在するが、その数は比較的少ない。
- 3) Holm の方法に加えて、Bonferroni および Šidák の方法によって検定を行ったが、ほぼ同様の結果が得られたため、ここでは Holm の結果のみを示す。

引用文献

- 櫻田尚樹, “看護学生の放射線に関する知識と不安度調査”, 『JUEH: 産業医科大学雑誌』, 30 巻 4 号, 2008, pp.421-429.
- Kurihara, S., Ishida, T., Suzuki, M. and Maruyama, A., “Consumer Evaluation of Plant Factory Produced Vegetables”, *Focusing on Modern Food Industry*, Vol.3, No.1, 2014, pp.1-9.
- Kozai, T., “Plant factory in Japan: Current situation and perspectives”, *Chronica Horticulture*, Vol.53, No.2, 2013, pp.8-11.
- 鈴木努, “放射線に関する知識計測と不安の要因分析における諸問題”, 『科学技術コミュニケーション』, 15 巻, 2014, pp.3-16.
- 中村研二, 川島啓, 佐賀浩, 佐藤清志, “被災地復興ビジネスモデルの調査研究～企業による新たなビジネス戦略と技術経営事例～ (前篇)”, 『日経研月報 2014 年 11 月号: 研究員レポート』, 2014, pp.52-59.
- 日本施設園芸協会, “平成 25 年度 次世代型通年安定供給モデル構築支援・環境整備事業報告書”, 2014.
- 福島県農林水産部, “本県農業を取り巻く状況についてー原発事故による本県農業への影響”, 2012.
- 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング(株), “植物工場製野菜に関する消費者調査”, プレスリリース, 2013.
- Yamori, W., Zhang, G., Takagaki, M., and Maruo, T., “Feasibility study of rice growth in plant factories”, *Journal of Rice Research*, Vol.2, 119, 2014, doi:10.4172/jrr. 1000119.