

# 環境研ニュース

Institute for Environmental Sciences

第 36 号

2001年2月

## 巻頭言

### 地域における環境研の役割と期待

弘前大学医学部放射線医学教室  
教授

阿部 由直



青森県の北東に位置する環境研は、三沢空港から1時間、八戸市あるいは十和田市から1～2時間青森市（青森空港）から2時間、わが弘前市から3時間くらいの旅程である。近くには原燃の施設もあり、放射光の施設の建設計画も審議されている。さらに核融合研究施設ITERの誘致も行われている。

環境研の設備は主として環境調査、生態系と生物系研究からなっているようであり、内容は充実している。今後は遺伝子などの分子生物学研究のために施設を拡充する予定と伺っている。ここでは従来の放医研ではなしえなかったような研究テーマが取り上げられているように思える。壮大な低線量率照射による発がん実験も然りである。この世界的にも注目を浴びている研究は、速報第一主義を命題とする中央の研究機関の行う研究とは一線を画す。今後、癌の治療研究を含めた、より幅広い放射線生物研究を行える研究施設として拡充され、北日本の放射線研究の拠点として位置づけされることを期待する。

しかし県民がこの施設をどのように理解しているのか、あるいは青森県内の大学研究者で環境研のことをどの程度理解しているのか詳らかでない。そのためには青森県民を始めとする近隣の人々への理解を得るべくPRと北日本を中心とする大学および研究機関との交流をもっと積極的に行うべきでろいかと考えている。また環境研自体も人事の交流、研究者間の共同研究を推進し、必要ならば共同研究に対して補助していくことにより、より多くの研究者を引きつけることが可能となり、結果として有意義な研究成果が期待されることになる。そこにおいて新たな役割が生じてくると信じている。こうした研究者を引きつけるための基盤整備を積極的に行っていただきたい。HIMACを有する放医研の様に、北日本屈指の施設を有し、それが地域の研究者に開放、利用されてこそ新世紀にふさわしい環境科学研究所と云えるのではないだろうか。

# 新年のご挨拶

## 新しい年によせて

財団法人 環境科学技術研究所  
理事長・所長

大 桃 洋一郎



皆様明けましておめでとうございます。

地球の自転速度が2倍になったのではと思うほど早く通り過ぎた2001年でありました。2001年に起きたさまざまな出来事や抱え込んだ問題の解決は新しい年に持ち越されました。重荷を背負った重苦しい新年の門出といえましょう。原子力エネルギーの利用に係る安全性に関してもさまざまな問題が提起されましたが、解決のメドがつかず持ち越されたものがいくつもあります。

話は変わりますが昨年の9月南フランスのEX-en-PRVANCEで開かれたECORADmeeting (International congress on the radioecology-ecotoxicology of continental and estuarine environments) に参加する機会を得ました。Poster sessionでポスターを読んでいたとき、一人のスウェーデン人が話し掛けてきました。“日本には発電用の原子炉は何基あるの？”私が52基だと思うと答えると“すごく多いように思うけれど人口の割合から計算するとそうでもないね。お隣のフィンランドの総人口は約500万人で原子炉が4基だから、それから計算すると、100基あってもいいわけだ。むしろ少ないぐらいだ”と喋り片目をつむり、肩をすぼめました。ちなみにスウェーデンの総人口は約900万人、発電用の原子炉は11基ということです。勿論人口の割合だけで判断することはできません。国土面積を基準にとれば、それほど大きな違いはありませんから、同じ数でよいということにもなります。しかしこのやりとりから改めて“人口の重み”を考えさせられました。狭い国土に1億2千数百万人が住んでいるという現実。これらの人々に“安心と一定の生活”を保証しなければならない立場にある方々の苦勞に思いをはせました。私たちの研究所の役割は、六ヶ所村の原子燃料サイクル施設の環境安全に関する実証的な研究を通じ、人々に放射線やその影響に関する正しい知識を正しく伝えることです。行政改革により六ヶ所村の原子燃料サイクル施設の所管は、旧科学技術庁から経済産業省に変わりましたが、安全研究はそのまま文部科学省に引き継がれました。

われわれに課せられた使命の重さを再認識し、改革に伴う北風が吹こうとも“安心を求めて”怯むことなく前進しなければならないという思いを強くしました。

## 第89回環境研セミナー

講師：(財)放射線影響研究所

遺伝学部生化学研究室

室長 高橋 規郎 氏

日時：平成13年10月2日（火）10：30～12：00

演題：放射線照射による継世代突然変異の新しい検出法

はじめに、放射線影響研究所がこれまでおこなってきた、原爆被爆者の生物影響の概要が紹介された。直接被爆者数は約12万人、胎内被爆者数は2,800人でそのうち約2万人を2年に1度成人健康調査を行っている。白血病・肺癌・乳癌・甲状腺癌などの有意な増加がみられる。とくに興味深いのは最近、副甲状腺機能亢進症、心筋梗塞や糖尿病などの生活習慣病が若年被爆者に増えていることである。

親が被曝した場合子供に遺伝的影響が伝わるのかの遺伝的影響調査では異常妊娠率、性比、死亡率、染色体異常率、蛋白質の変異率などに変化がみられていなかった。その当時おこなわれた蛋白質変異の解析は1塩基の置換によるアミノ酸の変異を観察するもので、これは1塩基の変異は放射線ではおこりにくい異常であるため、最近、遺伝子レベルの検査が開始された。この被爆2世健康調査は研究所の持っている検査集団のなかから広島、長崎に在住しているもの約18,000人について、両親の一方が2 Gy以上の被曝をした1,525家族についておこなわれる。遺伝子の影響に加えて生活習慣病の調査もおこなわれる。最近の継世代遺伝の研究では1～20キロベース（Kb）の長さのDNA領域を持つミニサテライトを用いての解析で1.9Gy以上被曝群と対象群との間に異常頻度に差がみられなかった。これはチェルノブイリ発電所事故の被曝者の子供にミニサテライトの異常率が高いと報告したイギリスのジェフリーらの報告と矛盾するもので本当に低い放射線被曝でも起こるのか論争になっている。

放射線影響研究所でのこの調査では最近の技術のDNA二次元解析法とマイクロアレイCGH法がとりいられる。後者は有用な方法である。普通、10万分の1回の頻度で起こる突然変異率をみるには1人あたり2,000～6,000個の遺伝子座を調べなくてはならない。この方法ではスライド上に0.5MbごとにSNPという多型性をもつ領域のDNAを約6,000個貼り付け、網羅的に一度に遺伝子変異をみる解析法である。低線量被曝のリスク評価には発癌と継世代遺伝が大切な課題であり環境科学技術研究所でも平成16年度より本実験を開始する予定である。さらに国内にはいくつかの放射線影響を調べている研究所があるが、これら研究所との技術支援や共同研究などが今後、わが研究所の発展には欠かせないと考えられた。



高橋 規郎 氏



第89回環境研セミナー

## 第90回環境研セミナー

講師：弘前大学農学生命科学部

教授 沢田 信一 氏

日時：平成13年10月16日（火）13：30～15：00

演題：光合成のソース・シンク制御機構について

弘前大学・農学生命科学部および大学院・農学生命科学研究科の教授で在られ、生理生態学的機構に基づく高等植物の物質生産過程のご研究、とりわけ、植物の光合成能力が代謝産物のレベルによって制御されるという、「光合成のソース・シンク制御機構」の解明にお力を注がれている沢田信一先生に研究の概要をご紹介します。

通常、植物では、光合成同化産物を生産するソース器官と消費するシンク器官とが共存している上に、例えば葉は展開時にはシンク器官であるが展開終了以降はソース器官となるというように、同一器官でも時間的にその機能が逆転する。このため先生は、光合成のソース・シンク制御機構を解析するため、展開したダイズの初生葉（ソース器官）を切り離して発根させシンク器官を持たせた理想的なモデル植物を開発された。そして、根の低温処理によってシンクリミット状態を作った時の葉の光合成活性低下に伴う生理生化学的現象を解析する手法で、個体レベルでの光合成制御機構に関する重要な知見を重ねられてきた。多くの植物における光合成のCO<sub>2</sub>固定酵素であるRuBPカルボキシラーゼが活性化されるためには、CO<sub>2</sub>が通常大気と平衡する濃度の10倍で存在する必要があるが、マグネシウム存在下では通常濃度のCO<sub>2</sub>でも活性化されることが知られていた。ところが、リン酸もマグネシウムと同じ結果をもたらすことを先生は見出し、シンクリミット時には、輸送態の光合成産物であるリン酸ショ糖合成によって葉緑体内がリン酸欠乏状態となることによってRuBPカルボキシラーゼ活性が抑制されるというモデルを発表された。

今後、先生は、新しく開発された一葉挿しサツマイモというモデル植物で見出されたシンクリミット時のRuBPカルボキシラーゼ量の調節や、ソースリミットに関するご研究を続けられるご計画である。



沢田 信一 氏



第90回環境研セミナー

## 第91回環境研セミナー

講師：岡崎国立共同研究機構

統合バイオサイエンスセンター

助教授 狭間章博氏

日時：平成13年11月28日（水）14：00～15：30

演題：イオンチャネルとトランスポーター

－細胞機能における役割－

細胞は、イオンチャネルやトランスポーターといった輸送体蛋白を介して外界との物質のやり取りを行っている。それらの輸送体の働きは生命活動にとって必須のものである。本セミナーでは、イオンチャネル・トランスポーターの基本的な機能と生体内での様々な役割を過去の研究の歴史的背景を交えて紹介していただいた。

生体膜はりん脂質二重層よりなり、そこに埋め込まれた形で物質輸送や情報伝達などに関与している蛋白がモザイク状に存在した構造をしている。生命の誕生は細胞の誕生を意味しており、最初に膜によって外界と細胞内の環境を分けたことが大きな意味を持っている。つまり、生命の本質は膜を介した物質と情報のやり取りと内的環境の維持にあるといえる。こうした観点より膜を研究することは非常に重要である。細胞の物質輸送には膜動輸送、受動輸送、能動輸送があり、受動輸送は濃度勾配にしたがって輸送され、チャネルやトランスポーターが知られている。能動輸送は濃度勾配にさかかって輸送され、ポンプが知られている。また、蛋白などの高分子を膜で包み込んでそのまま輸送するものが膜動輸送である。

初期のチャネルの研究は主に神経細胞によってなされた。神経細胞中を情報が伝わる場合、膜電位変化の非常に早い伝達が行われる。膜電位の変化による電気的な興奮電流がカリウムやナトリウムなどのイオンチャネルによって作り出されており、ホジキン・ハクスレーはこの研究で1963年にノーベル賞を獲得した。細胞に電極を刺し、電気的変化を詳細に計測し、様々なイオン輸送体を想定し電気的な回路モデルを構築し、チャネル研究の基礎を築いたことは見事である。1970年代に入って、画期的な研究方法がネーター・ザックマンにより開発され、この研究にもノーベル賞が与えられた。この方法はパッチクランプ法と呼ばれ、細胞膜に埋まっている一つのチャネルの電流変化を計測できる。今まで細胞の中にある様々なイオン輸送体の総和としての生理現象を観察していた次元から膜の輸送体一つの生理現象を観察できる次元に移ったことは細胞全体の生理現象を一つの蛋白の挙動に原因づけて考察できることを意味し、基礎医学の新しい局面を切り開いたとも言える。この技術はおりしも興ってきた遺伝子工学と重なって、様々な病気に関連したチャネル分子の構造と機能を分子生物学的手法と電気生理学的手法により明らかにしていった。このときに重要な働きをしたのが京大の沼先生で、世界ではじめてイオンチャネルの構造を決定した。また、チャネルの場合は電気的に1分子の電流を計測できるが、トランスポータに関してはイオンを通過する速度が小さいためパッチクランプ法では計測が不可能である、この技術的問題を解決する方法がやはり京大の中西先生によって開発された。アフリカツメガエルの卵母細胞に他の生物の輸送体蛋白を発現させて膜内外での電気的イオンの動きを計る方法は瞬く間に世界中に広がって、現在、微生物、動物、植物などの輸送体の研究には欠かせない技術となっている。

様々な臓器の機能とイオンチャネルとの関係が紹介され、最後に先生が研究をされてきた細胞の細胞容積調節機能とK・Clチャネルの関係、細胞死とClチャネルの関係、Na/グルコーストランスポーター、水チャネルの研究が紹介された。



狭間章博氏

# 研究最前線

## 霧の発生条件を探るための実験

環境シミュレーション研究部 阿部 康一



六ヶ所村付近の沿岸域では、春から夏にかけてよく霧が発生します。さらに濃霧になると、飛行機は飛べなくなり、自動車や船舶の運転も危険になるため、お困りになられた方も多いためと思います。霧とは、小さい水滴（直径2/100ミリ程度）が空気中にたくさん発生して、遠く（1キロメートル）まで見通しがなくなる現象です。また多くの場合、水滴は非常に小さい「ちり」（直径1/1000ミリ程度以下）に空気中の水蒸気が付着して発生します。この「ちり」が存在しなければ水滴は非常に発生しにくい事が知られており、「ちり」の大きさや化学組成が水滴の発生する条件に大きな影響を与えると考えられております。

「ちり」の影響を含めた霧の発生条件を探る実験を行うためには、霧を発生させようとする箱の中に、非常に小さく一定の大きさの「ちり」を発生・導入し、温度・湿度をコントロールして、“霧”として発生して浮遊する微小な水滴の直径を測定する必要があります。特に『非常に小さく一定の大きさの「ちり」を発生させる事』や『浮遊する微小な水滴の直径を測定する事』は、技術的に大変難しいと考えられてきましたが、他の目的で開発された2つの技術に基づいて開発された機器を用いる事により、ある程度解決できる事がわかりました。

そのうちの1つは、ジェットエンジンの排気ガスに含まれる粉塵粒子の大きさの分布を計測するために開発された技術に基づいて開発された、レーザ光散乱方式粒度分布測定装置（図1）です。光学的な性質により、粒子に当たったレーザ光は以下ようになります。

- (1) 粒子直径により、決められた角度 $\theta_1$ で光が散乱します。
- (2) 角度 $\theta_1$ でレンズに入射した平行光は、焦点から $r_1$ の所に集光します。

以上から、いくつかの同じ大きさの小さい粒子により角度 $\theta_1$ で散乱した光は、焦点から $r_1$ 離れたリング上に集光する事がわかります。また、別な直径の、いくつかの同じ大きさの粒子により角度 $\theta_2$ で散乱した光は、同様に焦点から $r_2$ 離れたリング上に集光します。そこで、同心円の形状を持つ光センサをレンズの背後に設置すると、各々のセンサに照射される光の強さが、各々の粒子直径をもつ粒子濃度（体積）に比例することになります。この原理を用いて、浮遊する水滴直径の変化を連続的に計測する事が出来ます。

2つ目は、工場などの出す排気ガスから粉塵を除去する技術（電気集塵）に基づいて開発された、静電式分級器（図2）です。「ちり」は一般的に電荷を持つといわれており、中和器を用いて電荷を中和すると一個の電荷を持つ「ちり」が多くなります。このような「ちり」を清浄空気と一緒に、横方向に静電界が与えられた空間に上から下へ流すと、「ちり」には以下の力が加わります。

- (1) 周囲の空気による流体抵抗（直径が大きいほど、大きくなる）
- (2) 電界による静電気力（電界に与えられる電圧により決定される）

なお、本当は重力も「ちり」に加わりますが、上記の力に比べて非常に小さいためほとんど影響しません。

(1) と (2) の力のバランスを考えると、電界に与えられる電圧が一定であれば、直径が小さい「ちり」は静電気力により横方向に大きく動き、大きい「ちり」はあまり動かない事になります。逆に、同じ大きさの「ちり」は、電界中を空気と一緒に流れる間に同じ距離だけ横方向に移動する事になります。そこで、この事を利用して一定の大きさを持つ「ちり」だけを供給する事（分級）が出来ます。

また、供給する「ちり」の大きさは、電界に与える電圧を変える事により任意の大きさのものとする事が出来ます。さらに、電圧の大きさを変化させながら、分級した粒子の数をカウントすると、大きさごとにわけられた「ちり」の濃度を計測し粒子径分布を得る事が出来ます。（走査型モビリティ粒子径測定）

そこで、これらの装置を組み合わせ、霧の発生条件を探るための実験装置である「気・水界面物質交換試験システム」を製作しました。気・水界面物質交換試験システムは、エアロゾル発生システム（この中に、静電式分級器が含まれています）、走査型モビリティ粒子径測定装置、レーザ光散乱方式粒度分布測定装置、チャンバ（霧を発生させるための、温度・湿度が制御できる箱です）、制御システムから構成され、直径が10万分の1ミリ～1万分の7ミリの任意の大きさの「ちり」から水滴（直径2/100ミリ程度以下）を発生させ、水滴や「ちり」の大きさを連続的に測定する事が出来ます。

これまでに行った実験により、「ちり」から水滴が発生する条件に関する従来の理論の一部を修正する必要がある可能性が示されました。今後は、さらに理論を検証するだけでなく、閉鎖型生態系実験施設の陸圏モジュールに自然に近い霧を発生させるための予備実験を行う装置として、活用されます。

図1. レーザ光散乱方式粒度分布測定装置の原理

散乱光の散乱角とセンサの関係を下図に示します。

- ① 平行なレーザ光はセンサの中心に焦点を結ぶ。
- ② 斜めの平行光は焦点から $r_1$ の所に集光する。
- ③ いくつかの粒子によって角度 $\theta_1$ で散乱した光は全て焦点から $r_1$ の距離のリング状の同じセンサに集光する。
- ④ いくつかの粒子によって角度 $\theta_2$ で散乱した光は全て焦点から $r_2$ の距離のリング状の同じセンサに集光する。
- ⑤ センサの内側から外側にむかって順次散乱角に対応した散乱光強度が測定できる。

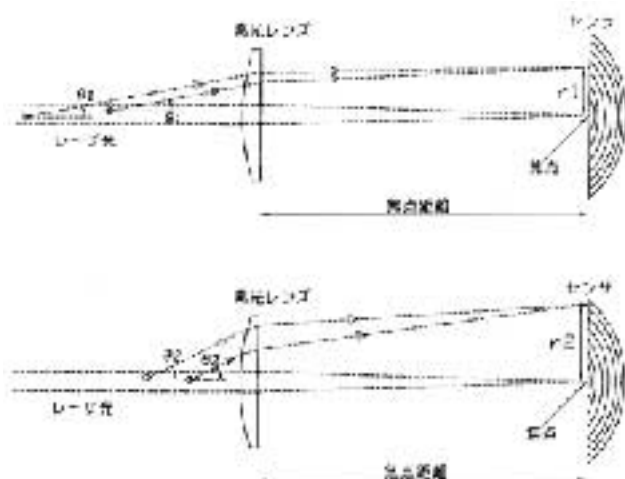
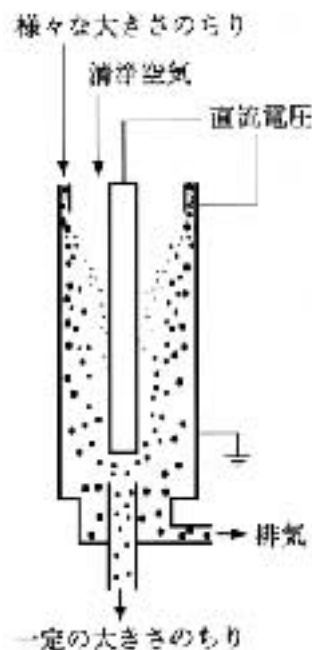


図2. 静電式分級器の原理



## 「出前講演会」のご紹介

平成13年4月、装い新たに広報・研究情報室が発足いたしました。新しい室は従来の事業を引継ぎ、文部科学省の委託事業「普及活動の実施」に基づいて六ヶ所村内での「環境研理科教室」を始め青森県内での放射線測定実演等いわゆる理科教室開催等を行っております。従来事業に加えて、新しい広報活動「住民・専門家との対話集会」を開始いたしました。今回はその新規事業をご紹介します。広告やチラシ等ではより親しくご理解いただくために「皆様のお近くへ専門家を派遣し、出前講演会をいたします」と表記しております。

趣旨は、科学、環境、エネルギー、原子力等にかかわる事柄に対して一般の皆様の「知りたい」というご要望にお応えし理解を深めていただくこと、そして科学の知識や最新知見を提供し一緒に考えていこうとするものです。地域の勉強会・生涯学習、セミナー、学校の授業等でどなたにもご利用いただくことを目指しております。そのため講演料や交通費などは無料です。また臨機応変にきめ細かく対応することを心がけております。その他の条件は概ね下記の通りです。

**いつ：**平日、土曜日、日曜日、祝祭日を問いません。時間帯は原則として昼（朝9時～夕方6時頃）ですが、夜などご相談に応じます。時間は1回1～1時間半を目安として、ご相談に応じます。

**どこで：**環境研の専門家がご家庭、町内会、病院、生涯学習教室、公民館、各種学校などへお伺いいたします。

**どなたでも：**年齢・職業・性別を問わず3名様以上のお集まりからのご利用をお願いいたします。基本は対話方式です。ただし、企業など法人の職員研修などにはご希望に応じかねる場合があります、別途ご相談に応じます。

**テーマ：**

1. 科学：くらしと科学、今私たちにとって科学（理科）とは何か、科学史、その他
2. 環境：環境とは何か、環境問題とは何か、環境ホルモン、その他
3. 放射線（能）：放射線（能）とは何か、放射線の人体影響、くらしの中の放射線、産業で使われる放射線、医療で使われる放射線、その他
4. エネルギー：地球にはどんなエネルギー源があるか、その他
5. 原子力：原子力と環境とのかかわり、使用済み核燃料の再処理・地層処分とは、その他
6. その他：環境研のご紹介、生活の問題など身近な話題、その他



11/25 出前講演会



12/11 出前講演会



活動を開始した8月下旬から12月末までに以下の通り10回開催いたしました。

開催日	場所	対象者	テーマ
8月25日	五所川原市	豊秋会	環境（農業と科学の意外な関係）
9月8日	八戸市	八櫻会	環境について（環境と生活）
9月22日	茨城県千代田町	個人グループ	環境（環境とは何か、放射能とは何か、環境ホルモン他）
10月14日	六ヶ所村泊	泊地区館祭	科学（わかりやすい科学実験）
10月20日	弘前大学	大学祭弘前エコフェスタ	環境（水・農薬・食べ物を科学する）
10月21日	六ヶ所村 文化交流プラザ	個人グループ	原子力（「原発革命」について）
11月16日	六ヶ所村二又	保健協力員	その他（生活・健康・エネルギー等の問題）
11月25日	六ヶ所村 文化交流プラザ	個人グループ	放射線（放射線の人体影響）
12月11日	岩手県久慈市	福祉施設職員	環境（環境の人体影響）
12月17日	青森市	青森産業懇話会	その他（環境研の紹介）

本事業についてのご質問やお問い合わせは、下記連絡先の担当者へお願いいたします。

連絡先：広報・研究情報室

担当者 笹川澄子 直通電話：0175-71-1246 e-mail：ssga@ies.or.jp

担当者 下斗米修 直通電話：0175-71-1285 e-mail：shimo@ies.or.jp

当研究所の代表電話番号：0175-71-1200 同FAX：0175-72-3690

## 「環境研十年史」刊行される

当研究所は平成2年12月3日の創立以来10年が経過し、その節目として「環境研十年史」をこの度刊行しました。「原子力と環境のかかわりについての理解の増進を図り、もって原子力開発利用の円滑な発展に寄与する」ことを目的に、10年間の成果等を取りまとめたものです。グラビア15頁及び総論、各論、付表等、全238頁から構成されており、国、青森県、六ヶ所村、出資者・賛助会員及び県内外の関連研究機関等に広く提供していく予定です。



環境研十年史

## ろっかしょ産業まつり行事報告

ろっかしょ産業まつり行事報告10月27日（土）、28日（日）の2日間、六ヶ所村尾駮漁港特設会場において、ろっかしょ産業まつりが開催され、環境研は理科教室及び放射線測定実演コーナーを設けました。

理科教室では、「手作りカイロで冬支度！科学の力でホッカホカ！！」と題して、科学的、物理的反応に伴う熱エネルギーの出入りを体感していただきました。

放射線測定コーナーでは、「霧箱」による放射線飛跡の観察、簡易型放射線測定器「ベータちゃん」による自然放射線等の測定体験及びX線分析装置を使用した物質組成の測定実演等を行いました。



環境研理科教室会場入口



放射線測定実演



理科教室①



理科教室②

両日とも天候に恵まれ、会場内は多くの家族連れで賑わいました。

環境研ニュース 第36号 2002年2月15日

〔編集発行〕 財団法人 環境科学技術研究所

〔編集責任者〕 広報連絡委員会委員長 成松 佑輔

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駮字家ノ前1番7 TEL 0175-71-1200(代) FAX 0175-72-3690