

3.2 事故後長期を経た現在における住民の健康とその保全のための戦略

ウクライナは原子力エネルギー開発を優先させてきた国のひとつである。研究は 1930 年に開始され、40 年代後半には工業生産とウラン濃縮がおこなわれた。核技術を実用化するにあたり、人員の増加は野放しとなり、公衆への医学的な防護は遅れていった。そうした姿勢がもっとも劇的に顕在化した例がチェルノブイリ事故である。

ウクライナで人工放射線源により被曝した人々のカテゴリーは次の通りである。

一急性放射線症候群と診断されたチェルノブイリ原子力発電所の職員と消防官、旧ソビエト連邦軍の核実験参加者。

一チェルノブイリ事故の影響を受けたその他の人々（事故復旧作業員、放射線汚染地区住民、出生以前に被曝した、あるいは被曝した両親のあいだに生まれた子供）。

一ウクライナの原子力発電所の運転に従事した人員。

一30 キロメートル圏内の人員および「石棺」改造に従事した人員。

一核燃料に関連する工場・鉱山の人員および工場や尾鉱がある地域の住民。

ウクライナ厚生労働機関は、2010 年 1 月 1 日現在、260,807 人の事故復旧作業員（第 1 種 65,666 人、第 2 種 154,238 人、第 3 種 40,903 人）をふくむ 2,254,471 人の市民が、チェルノブイリ事故の影響を受けたと認定している。チェルノブイリ事故の被災者は 1,993,664 人であり、そのうち 45,161 人が第 1 種、64,660 人が第 2 種、460,465 人が第 3 種、922,762 人が第 4 種であった。チェルノブイリ事故で被災した子供は 498,409 人と記録されている。

現在の状況からみて、ウクライナには、完全な核燃料サイクルを継続し原子力エネルギーの使用を拡大すること以外の選択肢はない。この産業の発展は、国際的に認められた技術と、医学的放射線防護の経験があってこそ初めて可能になる。

そうした経験は、チェルノブイリ事故の健康への影響を克服する努力の結果として獲得された、世界にも他に例を見ないウクライナの国際的な遺産であり、以下の結果をふくむ。

一事故後の期間における放射性核種の環境中への移動の基本パターンの研究。

一事故後、被曝をもたらした放射性核種の人体の健康への影響の長期的研究。

一子供および生殖年齢層の調査を主とする、チェルノブイリ被災者のモニタリング。

一疾患の発症と進行のパターンの研究、病気による死亡率による被災住民の健康状態の判定、および被曝から長期間後における、事故による健康への悪影響を緩和する医薬品の開発。

一チェルノブイリ被災者の身体障害につながる典型的な疾患のリスク要因の特定。

一チェルノブイリ被災者の健康状態の維持回復を目的とした、経済的で身体への負担も少ない診断治療やリハビリテーションおよび予防法の改良あるいは開発。

一科学技術関連災害の影響を軽減する方法の有効性を複合的に評価する原則の策定。

一急性放射線症候群、急性放射線症候群に罹患しなかった事故復旧作業員、および低線量に被曝した住民における重篤な症状の研究。

一比較的高線量に被曝した事故復旧作業員における放射線要因による白内障と、0.25Gy 以下に曝露した人における白内障の発症リスク増加の可能性の評価。

一思春期以前にヨウ素 131 に被曝した人における甲状腺癌の検出。

一事故後短期間および長期間において、事故復旧作業員のあいだで白血病のリスクが増加するという証拠。

このような放射線影響の研究は、第 56 回（2008 年）および第 57 回（2010 年）「原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）」にて国際的に認められた。もっとも重大な影響を受けた 2 カ国であるウクライナとベラルーシの科学者が一致して活動したことも注目されるべきである。

3.2.1 チェルノブイリ原子力発電所事故復旧作業員の健康状態

被災作業員の年次健康診断によると、ウクライナ国家登録に登録された事故復旧作業員 314,192 名のうち、207,486 名が 1986-87 年の「事故処理班員」であった。

事故復旧作業員においては、放射線の推計的および非推計的なリスクとして、白血病や数種の固形癌あるいは癌以外の疾患などの発症率が増大したことが、事故後におこなわれた疫学的研究から明らかになった。被災者を対象とする腫瘍の長期追跡調査の記述的分析から、1986-87 年に除染に参加した作業員においてのみ発症率が全国平均をこえていることが示されている。発症率の増加がもっとも大きかったのは甲状腺癌で、5.6 倍であった。同期間における女性「事故処理班員」の乳癌発症率は、予想された水準の 1.5 倍をこえた（表 3.25）。

1999 年にウクライナとアメリカ合衆国の両政府の合意のもと、放射線医学研究センターとアメリカ国立癌研究所により共同で実施された、「事故処理班員」における放射線による白血病リスクの分析は、11 万人超の事故復旧作業員の群に対する対照的調査にて、1986 年から 2006 年にかけて診断された「事故処理班員」の白血病 162 症例の評価にもとづいており、国際的な血液学的実験により確認された。

表 3.25. チェルノブイリ事故復旧作業員における各種癌の発症数

（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）

事故復旧作業員の集団 (観察期間) および 国際疾患分類による病名	発症数		標準化発症率(%)	95%信頼区間
	予測	実数		
1986-87 事故復旧作業員(2004-2007) 悪性新生物(q.00-q.96)	6,649	7,190	108.1	105.6-110.6
1986-87 事故復旧作業員(2004-2007) 甲状腺癌(q.73)	5	29	564.2	500.2-628.1
1986-87 女性事故復旧作業員(2004-2007) 乳癌(q.50)	14	22	151.7	131.9-171.5

白血病のリスクが増すことは、被曝から最初の 15 年間に確認されている（表 3.26）。この結果は、国連国際癌研究機関（IARC）調査団による、ロシア人「事故処理班員」の調査によっても確認されている。事故処理班員における白血病の危険はその後 5 年間で低下しているが、これは原爆被害者の調査結果とも一致している。

表 3.26 事故「事故処理作業員」の白血病のリスク（2010 年 10 月ウクライナ・アメリカ合同調査による）

観察期間	超過相対リスク	95%信頼区間	確率
1986-2000	3,44	0,47-9,78	< 0,01
1986-2006	1,37	0,08-3,78	0,03

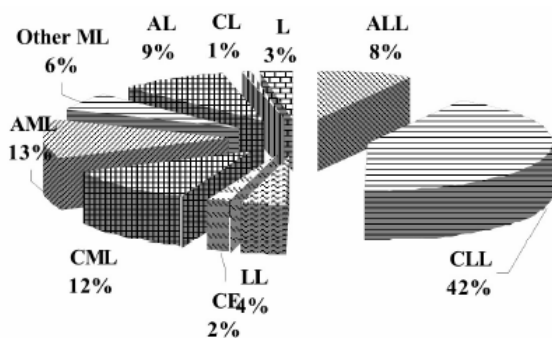
1986 年から 2006 年にかけて「事故処理班員」群において記録された白血病の発症件数を分析したところ、非リンパ性白血病にくらべて、リンパ性白血病、とりわけ慢性リンパ性白血病がめだって増加していることがわかった。

ウクライナ国民における慢性リンパ性白血病の発症数は、統計的にみても多い。

予備的分析から、20 歳以上の事故復旧作業員においては、ウクライナ国民一般と比較すると、慢性リンパ性白血病の増加につれて、白血病発症例全体の構成が変化していることが判明している。慢性リンパ性白血病の比率はウクライナ全体では 42%だが、「事故処理班員」では約 60%である。急性骨髄性白血病と慢性骨髄性白血病は、ウクライナ全体ではそれぞれ 12%と 13%であるが、「事故処理班員」では 6%と 17%であった。その他の血液腫瘍学的疾患は、「事故処理班員」の罹患率構成においては無視しうるものでしかない（図 3.10, 3.11）。

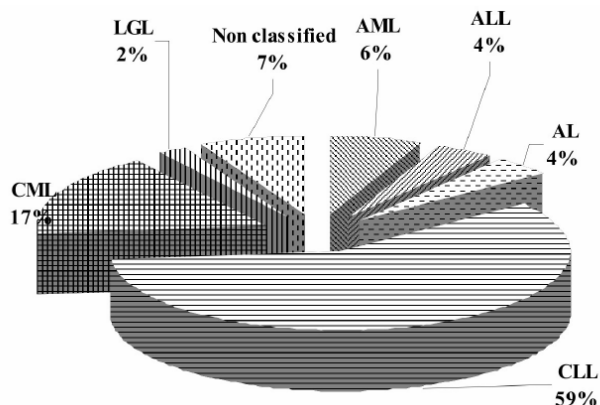
事故直後に事故復旧作業員の造血組織を検査したところ、末梢血の 25%に白血球の減少（白血球減少症）がみられ、12%に白血球増加症がみられた。赤血球数とヘモグロビン水準の増加は 9.5%の者にみられたし、血小板・リンパ球・単球の増加もそれぞれ 9%, 14.5%, 10.5%にみられた。事故後長期間がたつと、白血球の増加症と減少症、および血小板の増加症と減少症はそれぞれ、24% と 19.7%、2.4% と 7.6%になった。二系統血球減少症および汎血球減少症は 15% の例にみられた。白血球減少症、血小板減少症および貧血症の患者の割合は 2010 年まで安定しているのに対して、リンパ球増加症の患者はわずかに増加した。

図 3.10 2005 年の 20 歳以上のウクライナ男性における白血病の症例構成



急性リンパ芽球性白血病 ALL8%、慢性リンパ性白血病 CLL42%、リンパ性白血病 LL 4%、慢性赤血病 CE2%、慢性骨髄性白血病 CML12%、急性骨髄芽球性白血病 AML13%、他の骨髄性白血病 ML6%、急性白血病 AL9%、慢性白血病 CL1%、リンパ腫 L 3%

図 3.11 事故「事故処理班員」群（1987-2006 年）に確認された白血病の症例構成
（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）



急性骨髄芽球性白血病 AML6%、急性リンパ芽球性白血病 ALL4%、急性白血病 AL4%、慢性リンパ性白血病 CLL59%、慢性骨髄性白血病 CML17%、大顆粒リンパ球性白血病 LGL2%、分類不能 7%

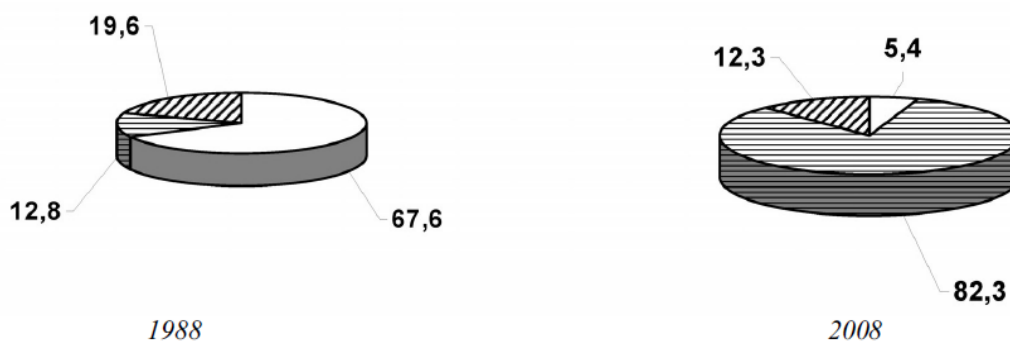
観察期間全体を通じて、発症の量的側面が比較的良好に正常化していったのに対して、血球の核および細胞質の質的異常は特徴的であった。「古い」細胞における巨核球の増加、巨大血小板の存在、細胞の多型性が観察され、一部ではさらに、血小板の凝集や、小型ないし大型細胞の蓄積もみられた。

事故復旧作業員における癌以外疾患の発症率

1988 年から 2008 年までのあいだに、事故復旧作業員においては、健康な者の比率は 67.6%から 5.4%に低下し、癌以外の慢性病の比率は 12.8%から 83.3%に上昇した（図 3.12）。

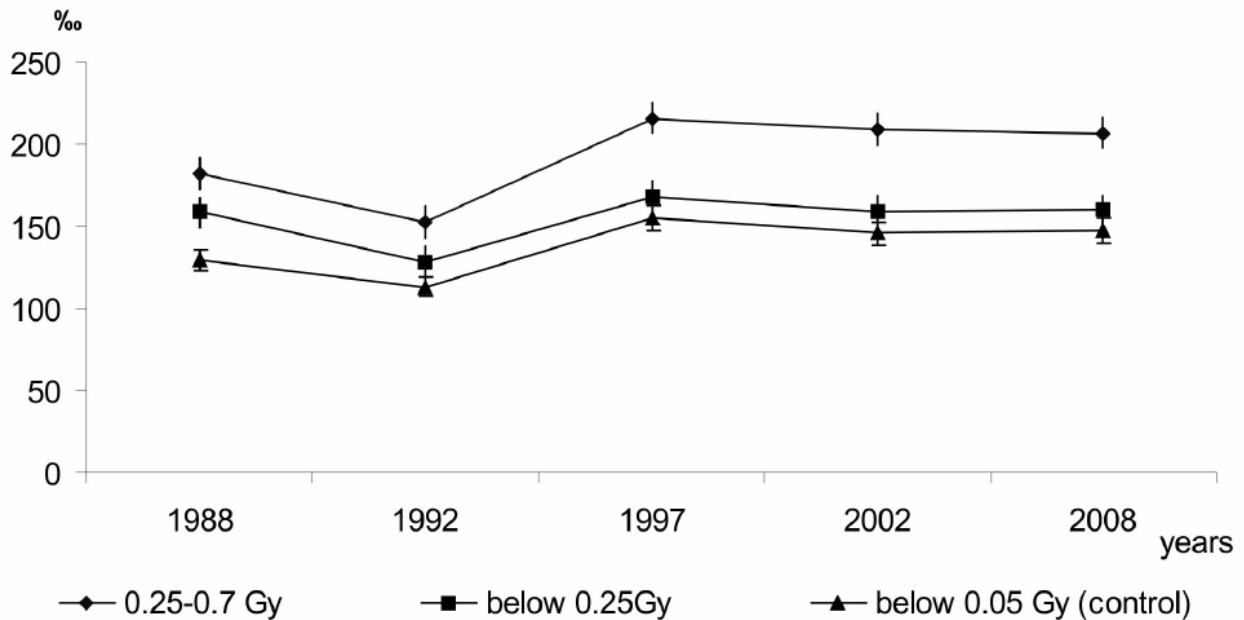
事故復旧作業員の健康悪化の要因は複雑であり、被曝時の年齢やリスク顕在化の時期やその他の、放射線および非放射線要因と関連している。

図 3.12 1988-2008 年のチェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）における総合健康指数の変動
（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）



	1988 年	2008 年
健康 (%)	67.6	5.4
身体機能に変化あり (%)	12.8	12.3
慢性病あり (%)	19.6	82.3

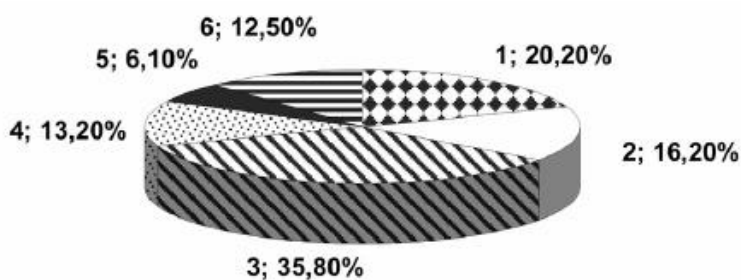
図 3.13 全身被曝線量別に表示したチェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）の癌以外疾患の罹患率の変動（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）



1988 年から 2008 にかけて実施された疫学的研究によると、事故後の時期は癌以外疾患の増加によって特徴づけられており（図 3.13.）、0.25Gy から 0.7Gy を被曝した者においてそれは特に顕著である。

1986-87 年の事故復旧作業員における健康状態の悪化の主要因には、消化系・循環器系・神経系・感覚器・筋骨格および内分泌系の疾患が含まれる（図 3.14.）。

図 3.14 2008 年の事故復旧作業員（1986-87 年）における癌以外疾患の罹患率構成（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）



1: 循環器系疾患 20.20%、2: 神経系・感覚器疾患 16.20%、3: 消化器系疾患 35.80%、4: 筋骨格疾患 13.20%、5: 内分泌系疾患 6.10%、6: その他の疾患 12.50%

事故復旧作業員における癌以外疾患の発症に対する放射線の影響は、個々の疾患すなわち循環器系疾患（図 3.15.）・消化器系疾患（図 3.16.）および内分泌系とりわけ甲状腺の疾患（図 3.17.）の罹患率の変動にあらわれている。

図 3.15 全身被曝線量別に表示したチェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）の循環器系疾患発症率の変動（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）

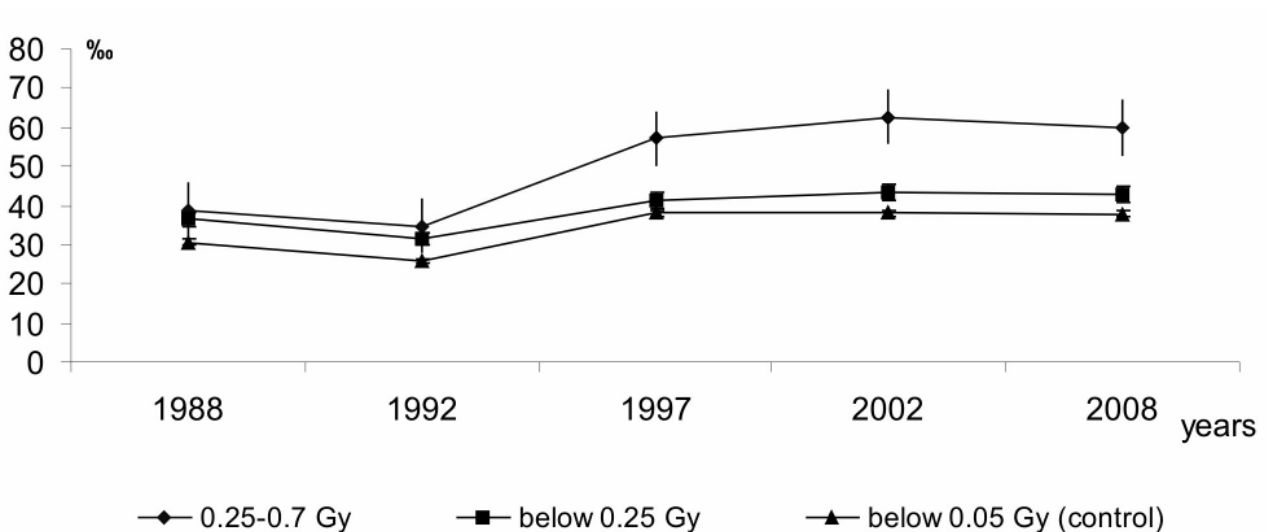
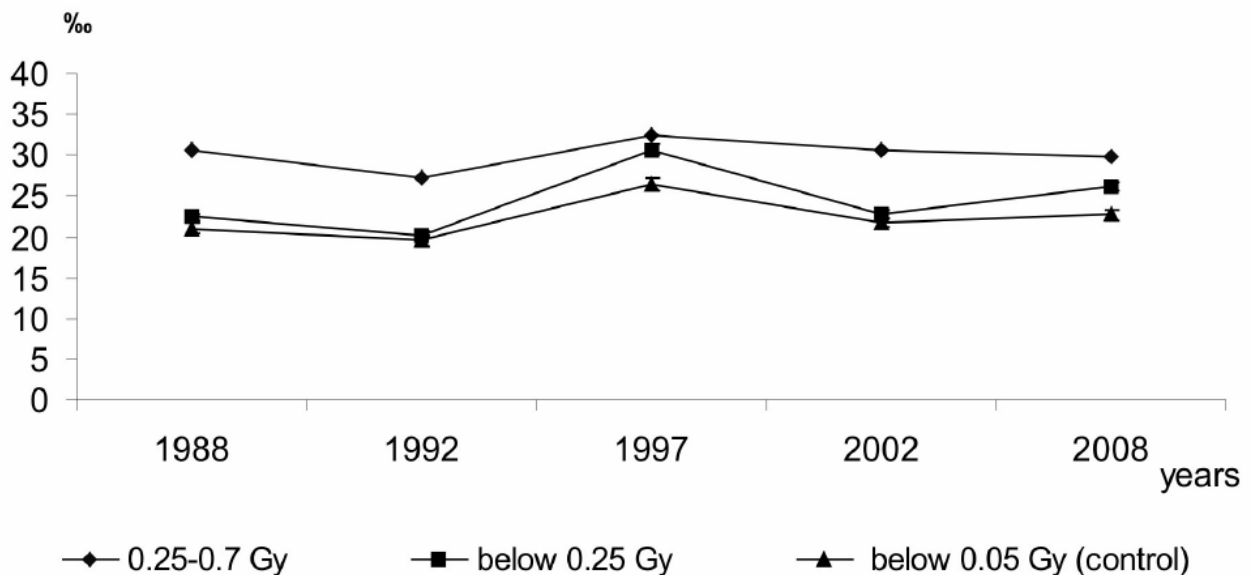


図 3.16 総曝露線量別に表示したチェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）の消化器系疾患発症率の変動（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）



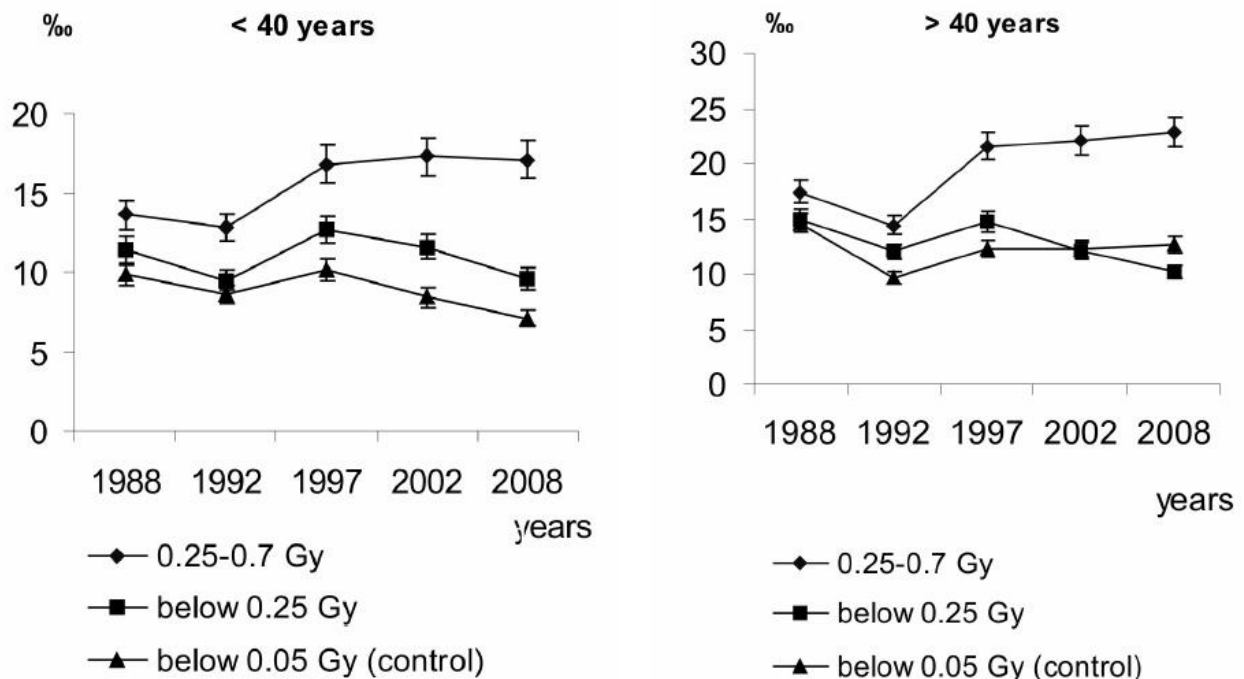
年齢要因の内分泌系疾患への影響を分析すると、低線量被曝（0.1-0.249Gy）において、当時の年齢が 18 歳から 39 歳であった者に重大な影響がみられるが、それは、その年齢層の感受性が高いことを示すの

かもしれない。

リスク分析から、1986-87 年のチェルノブイリ事故復旧作業員にあっては、被曝線量 0.25 から 0.7Gy の範囲において、癌以外疾患に被曝の強い影響がみられることがわかる。この範囲の線量で被曝した者は、内分泌系疾患で 1.24 倍、精神疾患で 3.57 倍、循環器系疾患で 1.25 倍、呼吸器系疾患で 1.29 倍、消化器系疾患で 1.54 倍、泌尿器疾患で 1.43 倍、被曝していない対照群よりも発症率が高かった。

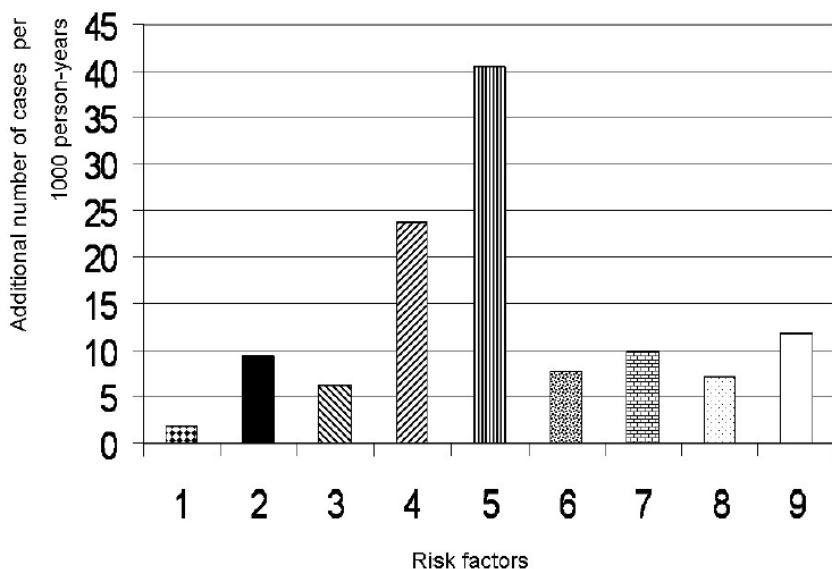
被曝後 25 年間の超過相対リスクおよび寄与リスク評価にもとづき追加的に調査された、1986-87 年事故復旧作業員の放射線に起因する癌以外疾患には総計 81,631 の症例があり、その中には肥大大心筋症(28,280 例)・冠状動脈疾患(3,578 例)・甲状腺機能低下および甲状腺炎(8,067 例)・脳血管疾患(5,943 例)・めまいその他の前庭疾患(18,010 例)・神経精神疾患(4,967 例)・閉塞性慢性気管支炎(1,112 例)・腎嚢胞(2,695 例)・慢性前立腺炎(8,970 例)が含まれる。

図 3.17 全身被曝線量別に表示したチェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）の内分泌系疾患および代謝障害の発症率変動（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）



事故復旧作業員における癌以外疾患の発症は、放射線の影響だけでなく、年齢・劣悪な労働条件・粗悪な生活習慣・ストレス・低栄養・付随する疾患など、複雑な非放射線要因によっても条件づけられる(図 3.18-3.19)。

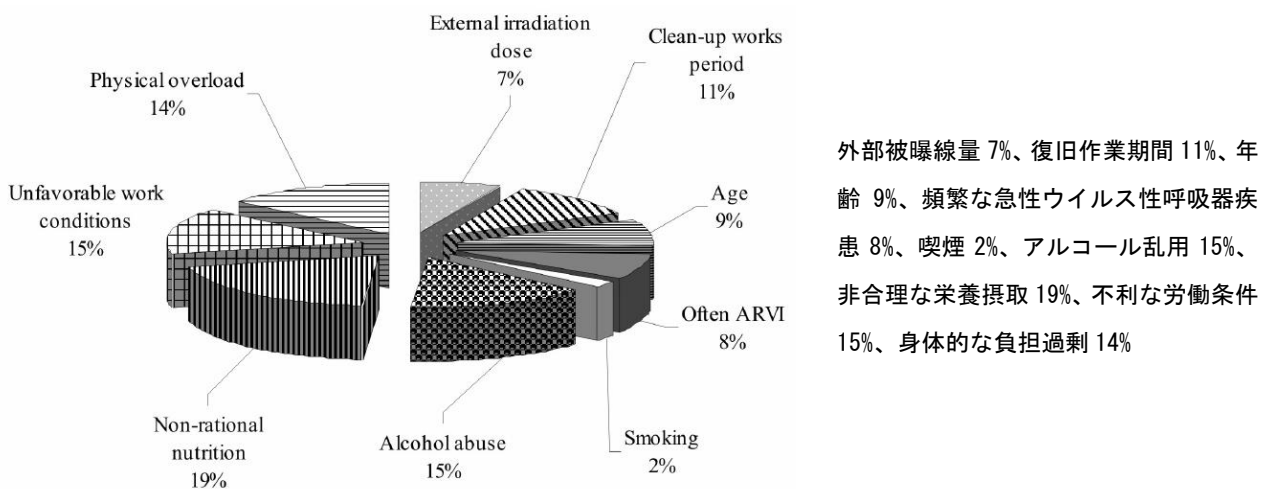
図 3.18 各種リスク要因による脳血管疾患の 1000 人日あたりの発症数増加
(ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センター「臨床疫学的記録」による)



縦軸：1000 人年あたりの発症数増加 横軸：危険要因

1：外部被曝 0.25-0.49Gy 2：外部被曝 0.5-0.99Gy 3：年齢 40-49 4：年齢 50-59 5：年齢 60-69
6：本態性高血圧 7：糖尿病 8：喫煙 9：感情的緊張過多

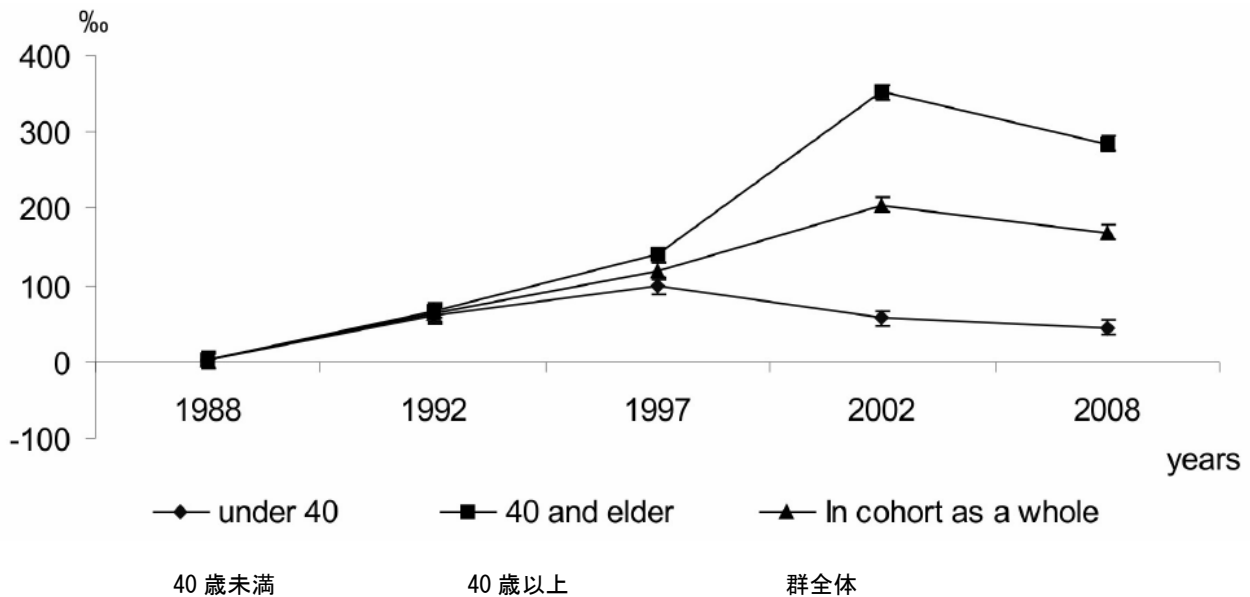
図 3.19 チェルノブイリ事故復旧作業員の慢性閉塞性気管支炎に対するリスク要因の構成



事故復旧作業員における身体障害は、1988 年から 2008 年までのあいだに顕著に増加し、最大の増加は 2002 年にみられる (図 3.20.)。2003 年から 2008 年にかけての身体障害率の低下は、主に、さまざまな「現実的な要因」(*) の影響および「死亡」が原因である可能性がある。

※<訳注> 現実の生活が日常的なものに復帰したことを指すと思われる。

図 3.20 作業時年齢別に表示したチェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）の身体障害率の変動（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）



身体障害の原因となった疾患の構成において、主導的な地位をしめているのは、心臓血管・神経感覚器・消化器・内分泌腺の疾患である（図 3.21.）。

癌以外の疾患による事故復旧作業員の死亡率は、1988 年から 2008 年にかけてのあいだに、2.2‰から 12.0‰に上昇している（図 3.22）。

癌以外の疾患による死亡率がもっとも高く、またその増加ももっともはなはだしいのは、被曝時の年齢が 40 歳から 60 歳であった層であり、そのことはあきらかに、「年齢」要因の影響と関連している。

図 3.21 2008 年にチェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）の身体障害の原因となった癌以外疾患の構成（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）

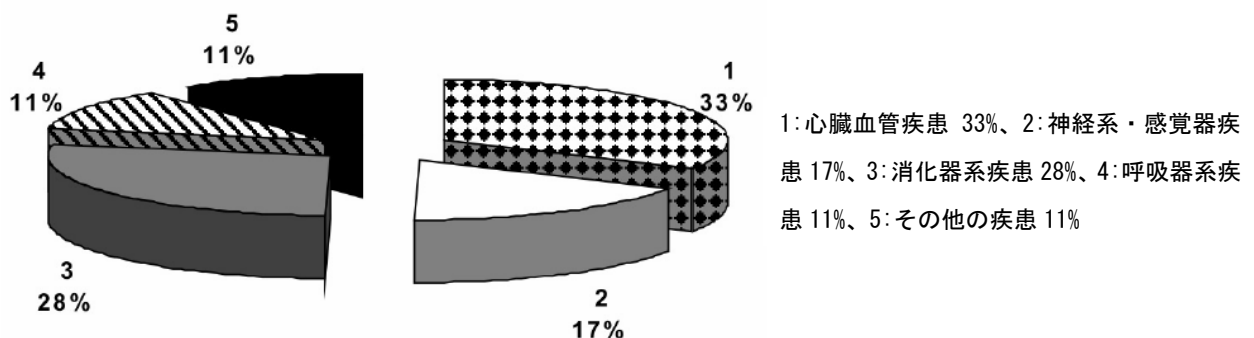
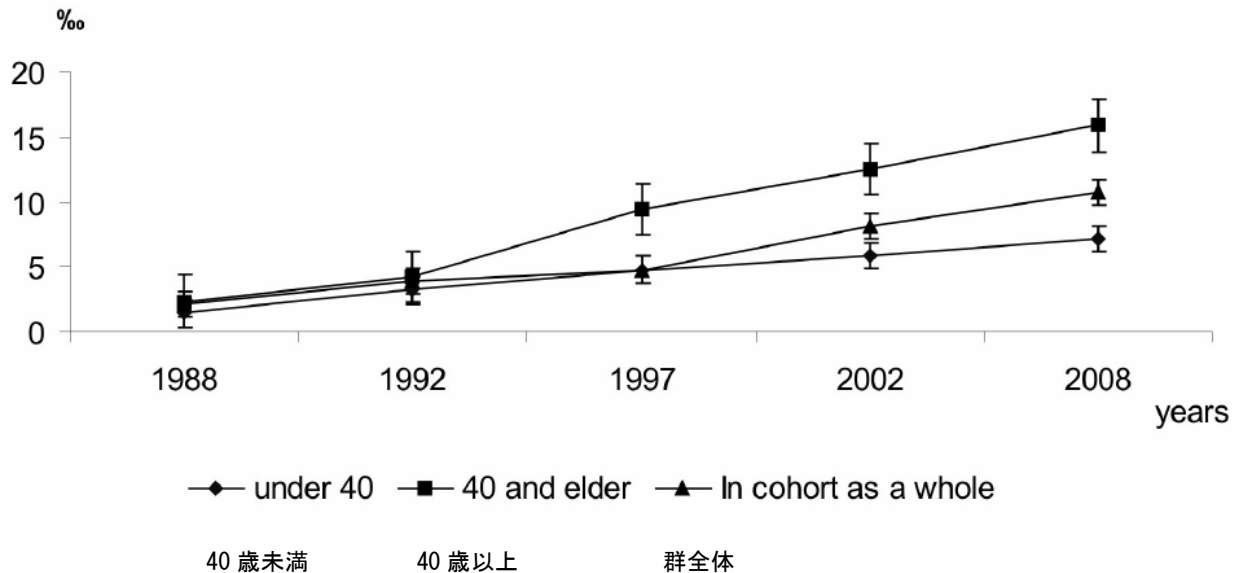
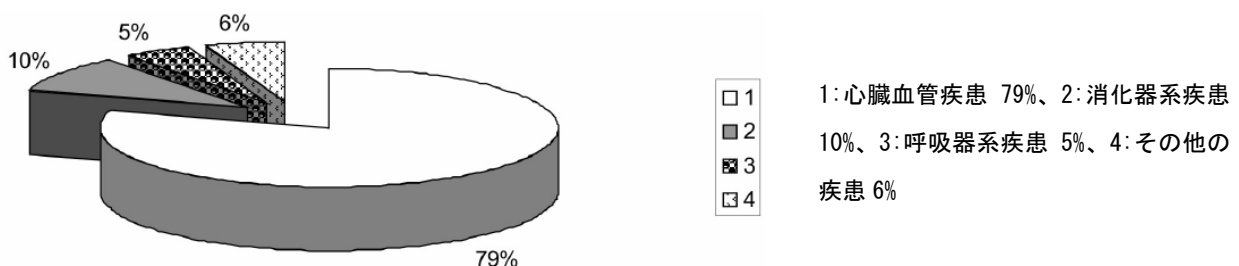


図 3.22 作業時年齢別に表示したチェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）の 1988-2008 年における癌以外疾患による死亡率の変動（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）



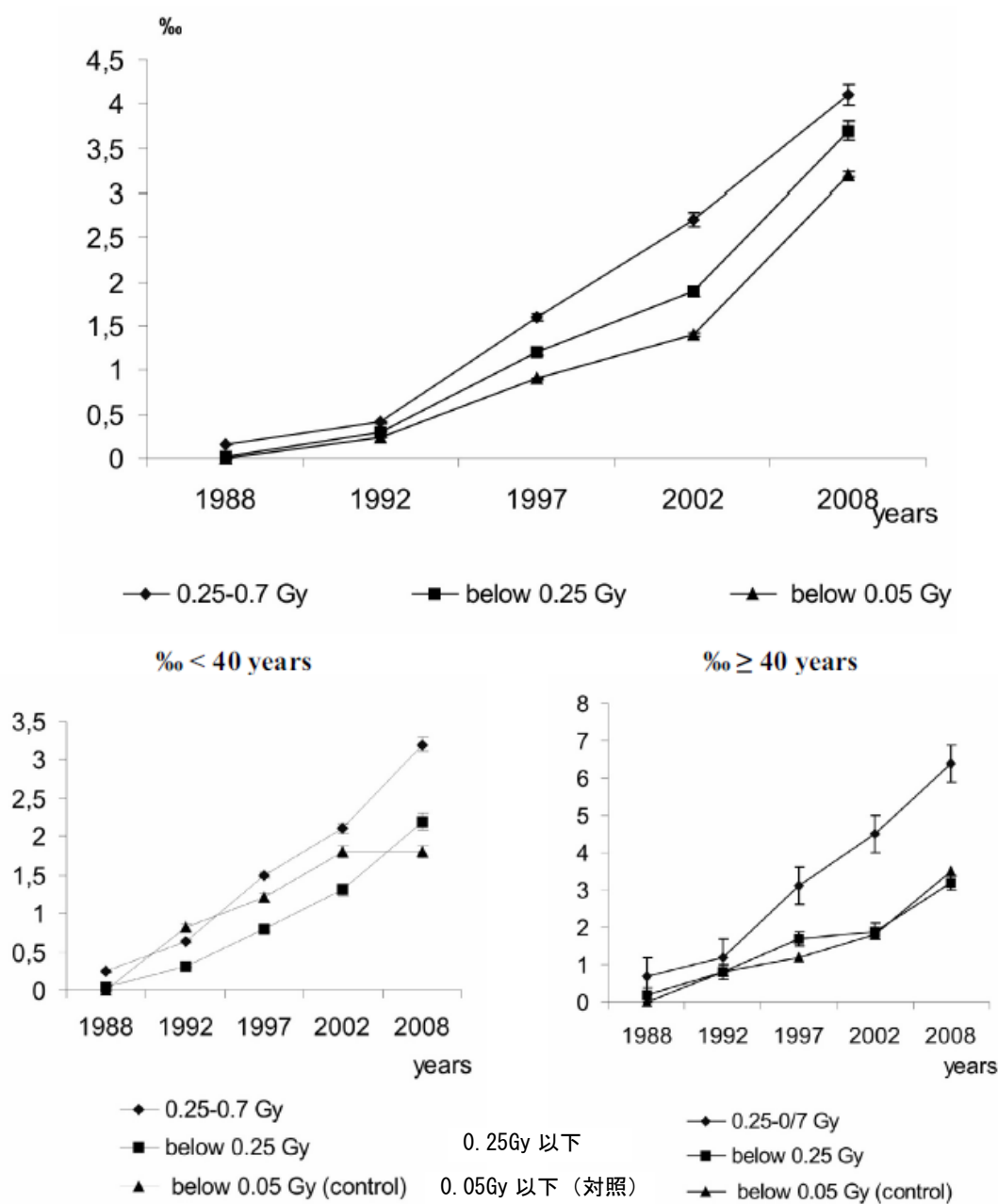
1986-1987 年のチェルノブイリ事故復旧作業員の(訳注：癌以外疾患による)死因構成においては、心臓血管疾患が約 80%と支配的な位置をしめるほか、呼吸器・消化器・神経系・感覚器・内分泌系の疾患も散見される（図 3.23）。

図 3.23 2008 年にチェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）の死因となった癌以外疾患の構成（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）



0.05Gy から 0.7Gy の放射線に体外曝露した事故復旧作業員のなかで、癌以外疾患による死亡率がもっとも高いのは、主として 0.25 から 0.7Gy の被曝をした層である（図 3.24.）。

図 3.24 作業時年齢および全身外部被曝線量別に表示したチェルノブイリ事故復旧作業員(1986-87 年)の 1988-2008 年における癌以外疾患による死亡率の変動 (ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ)



リスク分析により、1986-87 年のチェルノブイリ事故復旧作業員の癌以外疾患、とりわけ心臓血管疾患による死亡率においては、被曝線量とのあいだに高度に有意な関連がみられることが明らかにされている (表 3.27.)。

チェルノブイリ事故時に 40 歳未満であった人については、死亡率と被曝線量とのあいだの信頼すべき関連は現在のところ確立されていない。このことは、リスクがさらに長期間たってから顕在化するという可能性により説明できるかもしれない。被曝時 40-60 歳であった人においては、心臓血管疾患による死

亡率と被曝線量のあいだに関連がある可能性が見いだされている。

表 3.27 チェルノブイリ事故復旧作業員（1986-87 年）群全体（年齢を無視）において、0.25-0.7Gy（平均 0.3Gy）を全身被曝してから 5, 10, 15, 20 年が経過した際の、癌以外疾患による死亡率の信頼可能な相対リスク（ウクライナ医学アカデミー・放射線医学研究センターのデータ）

疾患の種類	国際分類コード	相対リスク	信頼区間
心臓血管疾患	390-459	2.4	(1.21;3.8)
-本態性高血圧	401-405	1.34	(1.19;3.1)
-冠状動脈疾患	410-414	2.81	(1.9;3.72)
-脳血管疾患	430-438	2.41	(1.3; 3.7)

上記のような心臓血管疾患による死亡率の超過相対リスクは、広島・長崎被爆生存者の寿命調査や、ロシアの医学・人口動態登録による放射線被曝した軍隊の調査など、他の調査からえられたデータとも一致している。